

Foton

101

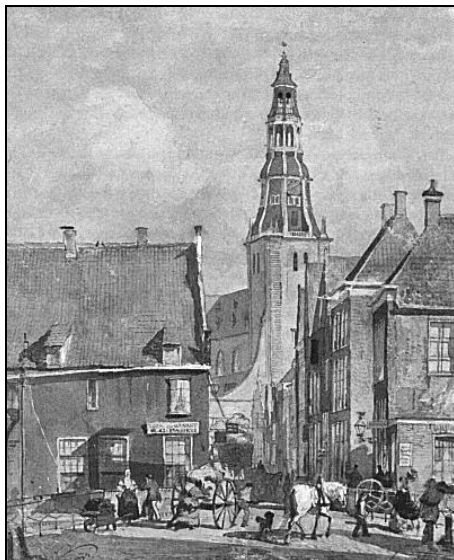
Lato
2008

Pismo dla nauczycieli i studentów fizyki oraz uczniów

INSTYTUT FIZYKI X UNIwersYTET JAGIELLONSKI
SEKCJA NAUCZYCIELSKA POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

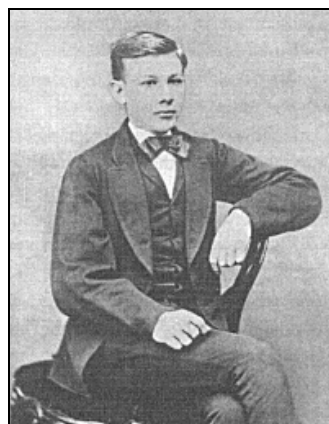


Jak lata szybowiec
Nanostruktury
125 rocznica skroplenia powietrza
Mikroskop z LEGO



Groningen – pierwszy z prawej dom, w którym urodził się Heike Kamerlingh Onnes

Akwarela z 1861 roku A.J. van Prooijen. Ilustracja z książki Dirka van Delft http://www.dbnl.org/tekst/delf006heik01_01/



17-letni Heike Kamerlingh Onnes



Hoogere Burgerschool to szkoła średnia, do której uczęszczał Kamerlingh Onnes

Szkoły tego typu były tworzone w drugiej połowie XIX wieku w celu kształcenia elit technicznych i urzędniczych. Zamiast łaciny i greki wykładane były języki nowożytne. Z wyjątkiem najmłodszego Gerarda t'Hoofta wszyscy holenderscy nobliści z fizyki kończyli takie szkoły.



Z Neutrinem różniej

Redakcji miło jest ofiarować Państwu kolejny 101 zeszyt *Fotonu* razem z dodatkiem – „Neutrinem” – skierowanym do uczniów. Chcemy Państwu pomóc w rozwijaniu zainteresowań uczniów przez dostarczanie wiarygodnych i atrakcyjnych materiałów. Ten pierwszy zeszyt, przygotowany jest intuicyjnie. Kolejne będą lepsze, może inne.

Dość liczny udział uczniów zarówno w nowych konkursach („Złoty kwant”, „Świetlik”), jak i w starych, już sprawdzonych wskazują na grupę młodzieży, która jest zainteresowana fizyką oraz naukami przyrodniczymi i chce się uczyć. Może przy wegetacji fizyki na normalnych lekcjach szkolnych czeka nas renesans kółek fizycznych zarówno szkolnych jak i pozaszkolnych. Oby tak było!

Kolejne pomysły Ministerstwa Edukacji sugerują jakiś nieracjonalny pęd ku zagładzie nauczania fizyki i to wbrew deklaracjom składanym społeczeństwu w świetle reflektorów. Zreformowana szkoła będzie potrzebowała znacznie mniejszej liczby nauczycieli fizyki, i to nie dlatego, że nadchodzi niż demograficzny. Po prostu będzie się uczyć mniej, mniejszą populacją uczniów.

Na krótką metę to może być dla uczniów nawet przyjemne. Pozbędą się w końcu dość trudnego przedmiotu. Fakt, iż zamknie im to drogę do wielu dobrze płatnych i poszukiwanych zawodów jest dla nieletnich nieprzekonujący.

Polskie Towarzystwo Fizyczne na swojej stronie zamieszcza wypowiedzi na temat planowanej obecnie reformy. Zachęcamy do odwiedzenia strony.

W związku z bliskim uruchomieniem w CERN-ie zderzacza LHC, *Neutrino* poświęciliśmy właśnie CERN-owi oraz fizyce neutrin. W *Neutrinie* proponujemy też uczniom wykonanie prostych eksperymentów z optyki. Optyka w programie szkolnym jest, z powodu braku czasu, spychana na margines, a to taka piękna dziedzina, w której nawet dzieci mogą eksperymentować i rozwiązywać problemy.

W 101 *Fotonie* można zapoznać się z bardzo modną i intensywnie rozwijaną nanotechnologią. To dziedzina bliskiej przyszłości. Przypominamy też wydarzenia sprzed przeszło stu lat związane ze skraplaniem powietrza, wodoru i helu. Zapraszamy do wakacyjnej lektury.



Contents

Editorial	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	1
Announcement: <i>Neutrino</i>	4
Nanostructures	
<i>Krzysztof Sajewicz</i>	5
125 th anniversary of air liquefaction	
<i>Andrzej Szytula</i>	14
Centenary of helium liquefaction, Heike Kamerlingh Onnes (1853–1926)	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	17
Is flying a glider safe?	
<i>Paweł Jalocho</i>	22
Nano goes to school: a teaching model of the atomic force microscope	
<i>Gorazd Planinšič, Janez Kovač</i>	29
The Templeton Prize for Rev. Prof. Michał Heller	37
How to be a good Christian in a world of Darwin and Einstein?	
<i>Ks. Prof. Michał Heller</i>	40
Electric cars of tomorrow	
<i>Szymon Pustelny</i>	42
Problems. Noises from the cave (9) – Electrostatic trap	
<i>Adam Smólski</i>	45
To the horizon...	
<i>Dagmara Sokółowska</i>	49
Experiments. A challenging experiment for the Summer	52
Comments on education reform in Poland	
<i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	53
What to read	57
The Science Festival, Kraków 2008	
<i>Katarzyna Dziedzic-Kocurek, Marta Korcyl</i>	58
„Pearl diver” – how to attract talented students to physics	
<i>Katarzyna Dziedzic-Kocurek</i>	60
Announcement: 4 th Poland-wide Physics Competition „Golden Quant” – closed	
<i>Anna Kaczorowska</i>	61
11 th Lower Silesia Science Festival	
<i>Marta Pawlikowska, Iwona Rzeźnicka</i>	63



Spis treści

Z <i>Neutrinem</i> różniej <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	1
Komunikat. <i>Neutrino</i>	4
Nanostruktury <i>Krzysztof Sajewicz</i>	5
125 rocznica skroplenia składników powietrza <i>Andrzej Szytula</i>	14
Stulecie skroplenia helu, Heike Kamerlingh Onnes (1853–1926) <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	17
Czy latanie szybowcem jest bezpieczne? <i>Paweł Jalocho</i>	22
Nanotechnologia wkracza do szkół: model Mikroskopu Sił Atomowych <i>Gorazd Planinšič, Janez Kovač</i>	29
Nagroda Templetona dla Ks. Profesora Michała Hellera	37
Jak być chrześcijaninem w świecie Darwina i Einsteina? <i>Michał Heller</i>	40
Elektryczne samochody jutra <i>Szymon Pustelny</i>	42
Kącik zadań. Odgłosy z jaskini (9) – Elektrostatyczna pułapka <i>Adam Smólski</i>	45
Aż po widnokrąg... <i>Dagmara Sokółowska</i>	49
Kącik doświadczalny. Ambitne doświadczenia na lato	52
Fizyka w szkole po reformie <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	53
Co czytać.....	57
Festiwal Nauki w Krakowie 2008 <i>Katarzyna Dziedzic-Kocurek, Marta Korcyl</i>	58
„Poławiacze Perł” <i>Katarzyna Dziedzic-Kocurek</i>	60
Komunikat. IV Ogólnopolski Konkurs Fizyczny „Poszukiwanie Talentów” – zakończony! <i>Anna Kaczorowska</i>	61
XI Dolnośląski Festiwal Nauki „Poszerzaj horyzonty – podróż po świecie nauki” <i>Marta Pawlikowska, Iwona Rzeźnicka</i>	63



Neutrino

Po raz pierwszy przygotowaliśmy *Fotonowi* towarzysza, a mianowicie *Neutrino* skierowane wprost do ucznia, w naszym wyobrażeniu gimnazjalisty. Chcielibyśmy jednak, by *Neutrino* czytali z zainteresowaniem także licealiści, i by sięgali po nie uczniowie szkoły podstawowej. Artykuły mają odnośniki do obszerniejszych prac opublikowanych już wcześniej w *Fotonie*, jak i w innych czasopiśmie, książkach i na sprawdzonych stronach w Internecie.

Zainteresowani nauczyciele mogą się do nas zgłaszać po większą liczbę egzemplarzy oraz ankiety dla uczniów. Bardzo zależy nam na opinii Państwa i uczniów. To jedyna droga, by znaleźć odpowiednią formę dla *Neutrina*. Pośród uczniów, którzy odpowiedzą na ankietę rozlosujemy pen-drive'y.





Nanostruktury

Krzysztof Sajewicz

Instytut Fizyki UJ

Termin „nanostruktury” wywodzi się od przedrostka „nano”, określającego jedną miliardową, czyli 0,000000001 część pewnej całości. Jest to niezwykle mała, trudna do wyobrażenia wielkość. Dla porównania, 1 nanometr jest długością równą w przybliżeniu jednej milionowej średnicy główki od szpilki, a rozmiar pojedynczych atomów jest rzędu 0,1 nanometra. Nanotechnologia, stosunkowo nowa dziedzina wiedzy, zajmuje się wytwarzaniem oraz manipulacją obiektów o rozmiarach rzędu pojedynczych nanometrów lub dziesiątków nanometrów.

Właściwości nanostruktur

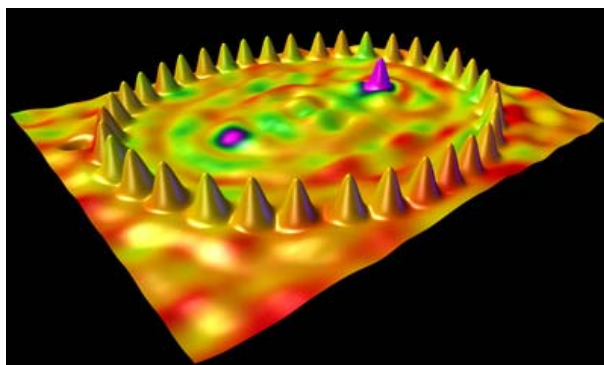
Wyobraźmy sobie jabłko. Czerwone, soczyste jabłko właśnie zerwane z drzewa. Zanim je ze smakiem zjemy, zastanówmy się najpierw nad następującym problemem fizycznym. Jeśli podzielimy jabłko na dwie połówki, otrzymamy dwa kawałki jabłka, które smakują identycznie jak całość, ponieważ mają te same właściwości chemiczne. Podzielmy teraz jedną z połówek. Właściwości smakowe się nie zmieniają. Pytanie brzmi: jak długo można dzielić jabłko na części, nie dochodząc do czegoś, co nie będzie miało żadnych właściwości jabłka?

Nie można dowolnie zmniejszać danego kawałka ciała stałego przy jednoczesnym zachowaniu jego wszystkich charakterystycznych własności fizycznych. Jednym z głównych powodów tego stanu rzeczy jest fakt, iż przy zmniejszaniu objętości dowolnej bryły złożonej z atomów, rośnie stosunek liczby atomów wchodzących w skład powierzchni, do atomów znajdujących się wewnątrz rozpatrywanego ciała. Po przekroczeniu pewnej granicy, właśnie rzędu kilkudziesięciu czy nawet kilkuset nanometrów, właściwości powierzchni ciała stałego w znacznym stopniu zaczynają wpływać na właściwości całego ciała. Zmniejszanie skali układu powoduje pojawienie się efektów kwantowych, które – ze względu na niezwykle małą wartość stałej Plancka – są do pominięcia w skali widzialnej „gołym okiem”.

Powstały na początku dwudziestego stulecia dział fizyki, zwany mechaniką kwantową, przypisuje każdej poruszającej się z określoną szybkością cząstce pewną długość fali. Fale te nazywamy falami materii. Ich długość określa wzór de Broglie’a:

$$\lambda = \frac{h}{p},$$

gdzie h jest stałą Plancka, zaś p jest wartością pędu cząstki. Można teraz łatwo uzasadnić powyższe stwierdzenie dotyczące wyłonienia się efektów kwantowych, znajdując długość fali materii de Broglie'a (np. lecącego motyla lub idącego człowieka, nie wspominając o większych obiektach). Jeśli podstawimy do powyższego wzoru wartość pędu takich makroskopowych obiektów, otrzymamy długości fal, które będą daleko poza możliwościami najczulszych przyrządów pomiarowych. Jednak wartości pędu cząstek elementarnych, atomów, czy nawet klastrow złożonych z kilkudziesięciu atomów są już na tyle małe, że długości fal materii są znaczące. Fale te mogą ze sobą np. interferować i dawać w efekcie np. zjawiska zwane mirażem kwantowym, podobnie jak na rys. 1.



Rys. 1. Miraż kwantowy, lab. IBM [1]

Na tym rysunku uwidocznił obraz z mikroskopu STM, za pomocą którego ustawiono 36 atomów kobaltu w kształt elipsy na pewnej powierzchni. W jednym z ognisk tej elipsy ustawiono dodatkowy atom. W następstwie tego w drugim ognisku elipsy pojawił się jego pozorny obraz. Obraz ten jest efektem konstruktywnej interferencji fal elektronowych należących do elektronów powierzchniowych, uwięzionych wewnątrz eliptycznej bariery. Elektrony te ulegają rozproszeniu na dodatkowym atomie w ognisku elipsy. Położenie obrazu wynika z geometrycznych właściwości elipsy; wszystkie promienie wychodzące z jednego z ognisk, po odbiciu od granicy wyznaczonej przez kształt elipsy, zbiegają się w drugim ognisku.

Nieustanny rozwój nanotechnologii

Ostatnie dekady rozwoju cywilizacji charakteryzuje niezwykle przyspieszenie w niemal każdej dziedzinie ludzkiego życia. Powoduje to wzrost zapotrzebowania na coraz szybsze komputery, większe pamięci i łącza światłowodowe o większej przepustowości. W naturalny sposób wynika z tego tendencja do miniaturyzacji układów elektronicznych i poszukiwanie takich nowych materiałów, które spełniłyby coraz wyższe wymagania odbiorców. Zadaniem nano-

technologii jest tutaj zwiększenie wydajności, zmniejszenie ceny i wagi układów elektronicznych.

Od czasu wynalezienia tranzystora, zaczął się szybki rozwój techniki układów scalonych (tzw. małej, średniej i wielkiej skali integracji). Pierwszy prosty układ zintegrowany, złożony jedynie z 4 tranzystorów, opracował Jack Kilby z firmy Texas Instruments w 1958 roku. Pierwszy układ scalony powstał w roku 1961. W 10 lat później firma Intel zaprezentowała pierwszy mikroprocesor z 2250 tranzystorami, wykonany w technologii 10 mikrometrów (taka była nominalna odległość pomiędzy źródłem a drenem w tranzystorze unipolarnym). Po kolejnych dziesięciu latach powstał słynny intelowski mikroprocesor i8088 (29 000 tranzystorów w technologii 3 mikrometrów) i pierwszy komputer osobisty (ang. Personal Computer – PC), wyprodukowany przez IBM. Następne dekady charakteryzowały się podobnie szybkim rozwojem – w 2004 roku intelowski Pentium 4 zawierał 125 000 000 tranzystorów wykonanych w technologii 90 nm, więc zgodnie z definicją była to już nanotechnologia.

Jak powiedziano wyżej, konsekwencją zmniejszenia rozmiarów układu fizycznego może być zmiana jego właściwości fizycznych. Przyczyną tego będzie wpływ efektów kwantowych, które dla nanostruktur są znaczące. Przykładowo, dla bardzo małych odległości pomiędzy ścieżkami może dochodzić do tunelowania elektronów, czyli ich przepływu przez obszar dielektryczny, co tym samym zaburzy działanie bramek logicznych.

Metody wytwarzania nanostruktur

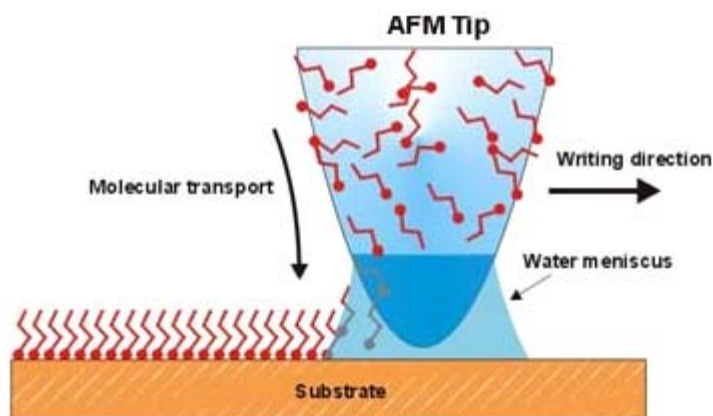
W celu wytworzenia określonej nanostruktury, można zastosować jedną z dwóch przyjętych metod, tzn. „top-down” lub „bottom-up”. Nazwy te są skrótowym angielskim określeniem danej metody. Pierwsza z nich, „top-down” (z góry na dół), polega na obróbce jednorodnego kawałka materiału w celu uzyskania żądanych nanostruktur.

Jedną z wielu używanych w tym celu technik, są techniki litograficzne. Ich wspólną cechą jest wykorzystanie selektywności trawienia różnych substancji w celu otrzymywania powtarzalnych wzorów na zadanej powierzchni. W tym celu tworzone są maski, które służą osłanianiu wybranego fragmentu powierzchni podczas naświetlania promieniowaniem zmieniającym właściwości materiału. Następnie płytką poddawana jest trawieniu, w wyniku czego usuwany jest fragment materiału i odsłonięty zostaje wzór na powierzchni, będący obrazem maski zastosowanej przy naświetlaniu.



Rys. 2. Przykładowe nanostruktury powstałe przez fotolitografię [2]

Jedną z ciekawszych technik litograficznych jest nanolitografia. Polega ona na bezpośredniej modyfikacji powierzchni przez ostrze mikroskopu sił atomowych (AFM). Ostrze to jest wykorzystywane w celu ułożenia cząsteczek na zadanej powierzchni przez skondensowaną na czubku ostrza miniaturową kropelkę wody. Metoda ta umożliwia tworzenie nanostruktur o wymiarach poniżej 100 nm (rys. 3).

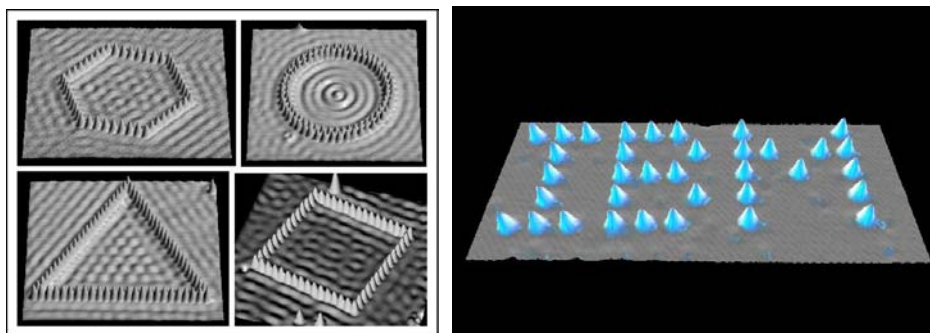


Rys. 3. Ostrze AFM tworzące nanostrukturę w procesie nanolitografii [3].

Wadami metody „top-down”, opartej na technikach fotolitograficznych są wysokie koszty tej techniki oraz bariera możliwej do uzyskania precyzji, jaka pojawia się przy schodzeniu poniżej granicy 100 nm. Przykładowo przy wytwarzaniu ścieżek dla połączeń wewnątrz mikroprocesora mogą pojawić się przebicia czy zwarcia pomiędzy blisko leżącymi ścieżkami.

Druga z metod jest odwróceniem pierwszej. Metoda „bottom-up” (z dołu do góry), polega na złożeniu żądanej nanostruktury jak z klocków, przy czym klockami są cząsteczki chemiczne, najczęściej molekuły organiczne zdolne do samoorganizacji. Powstanie idei tej metody zawdzięczamy między innymi Richardowi Feynmanowi, który wspominał o możliwości budowania nanostruktur

z pojedynczych atomów w swoim słynnym wykładzie, zatytułowanym *There's plenty of room at the bottom* [4].



Rys. 4. Nanostruktury powstałe przez manipulację atomami za pomocą STM, lab. IBM [5]

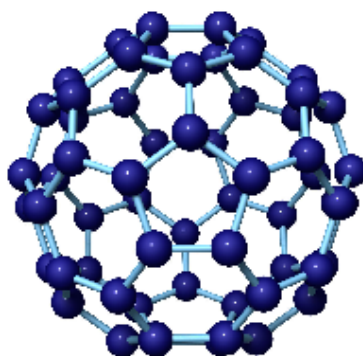
Metoda „bottom-up” została zainspirowana zjawiskami zachodzącymi wewnątrz żywych organizmów. Przykładem takiego zjawiska jest samoorganizacja, czyli samorzutne powstawanie złożonych struktur z mniejszych elementów. Mechanizmem umożliwiającym takie zachowanie jest dążenie całego układu do minimum energii (a tak naprawdę do minimum energii swobodnej lub innego potencjału termodynamicznego). Zatem (pomijając czynności konieczne do ustawienia całego układu na początku) nie jest tu potrzebna ingerencja z zewnątrz, gdyż siłą napędową całego procesu jest prawo fizyki.

Przykładem metody „bottom-up” jest technologia SAM-ów, czyli samorganizowanych monowarstw (ang. Self Assembled Monolayers). Monowarstwy takie powstają w wyniku samoczynnego ułożenia się cząsteczek w pojedynczą warstwę na zadanym podłożu. Cząsteczki SAM mają podłużny kształt i zakończone są atomem, który wiąże całość do podłoża. Wytwarzanie takiej monowarstwy polega na przygotowaniu roztworu z cząsteczkami SAM, zanurzeniu w nim płytki z odpowiednim podłożem, a następnie odczekaniu odpowiednio długiego czasu. Po kilkudziesięciu sekundach od zanurzenia płytki z podłożem, zostają na nim zaadsorbowane cząsteczki SAM. Jednak proces samoorganizacji jest o wiele dłuższy i trwa zwykle około doby. Wynika to z tego, że idealne ułożenie cząsteczek wymaga znalezienia minimum energii swobodnej układu i optymalizacji wszystkich skomplikowanych oddziaływań między zaadsorbowanymi cząsteczkami. Zatem wadą metody „bottom-up” jest głównie długi czas tworzenia nanostruktur.

Przykłady nanostruktur

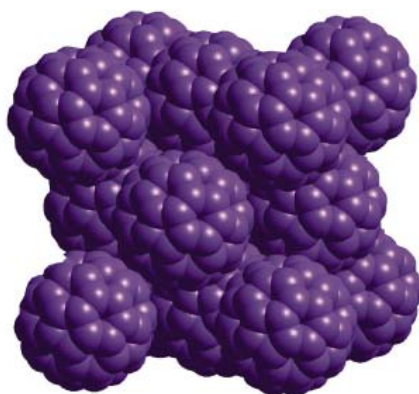
Ogromne znaczenie dla inżynierii materiałowej i tworzenia wielu rodzajów nanostruktur ma odkryta w 1985 roku cząsteczka węgla C_{60} . Nazwano ją fulerem na cześć architekta Buckminstera Fullera, który projektował różne niezwy-

kłe konstrukcje, w tym tzw. kopuły geodezyjne. Fuleren jest trzecią odmianą alotropową węgla, jednak istnieją dwie zasadnicze różnice pomiędzy fulerem a dwiema pozostałymi odmianami, czyli diamentem i grafitem. Po pierwsze, diament i grafit stanowią atomową odmianę węgla (w kryształach diamentu i grafitu podstawową cegiełką jest pojedynczy atom węgla), natomiast fuleren jest jego jedyną formą cząsteczkową (i również tworzy kryształ, gdzie podstawową cegiełką stanowi cząsteczka fulerenu). Po drugie, sieci krystaliczne diamentu czy grafitu są najczęściej zakończone niewysyconymi chemicznie atomami węgla, więc w rzeczywistości kawałek kryształu ma na powierzchni inne pierwiastki niż węgiel, najczęściej wodór, jako najbardziej reaktywny. Natomiast w fulerenie wszystkie wiązania są wysycone.



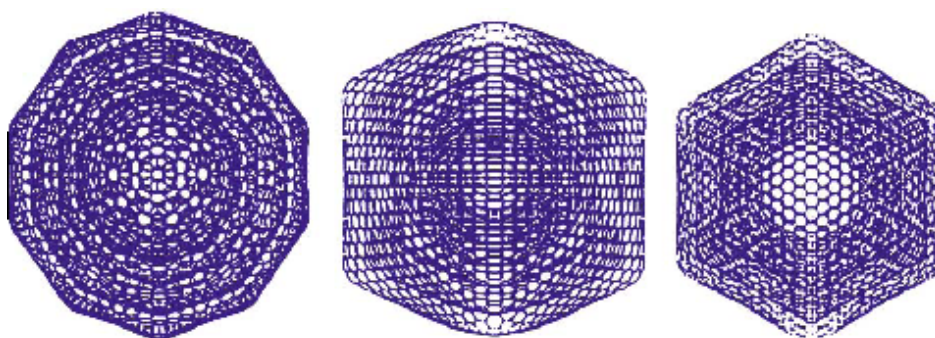
Rys. 5. Cząsteczka fulerenu C_{60}

Cząsteczka fulerenu C_{60} składa się z 12 pierścieni pentagonalnych i 20 pierścieni heksagonalnych i ma średnicę 0,71 nm, a więc mniej niż 1 nanometr. Istnieją też kryształy fulerenu. Podstawowa komórka kryształu fulerenu, zwanego fulerytem, przedstawiona jest na rysunku 6.



Rys. 6. Kryształ fulerenu: fuleryt

Do odkrycia fulerenów przyczyniły się badania podstawowe – symulacje komputerowe atmosfer gwiazd węglowych – czerwonych olbrzymów. Dzięki radioastronomii wykryto obecność dużych cząsteczek organicznych w atmosferach tych gwiazd. Używając metody spektrometrii mas wykryto następnie w gazie węglowym obecność dużych cząsteczek, które – jak się później okazało – były różnego rodzaju fulerenami. Różnego rodzaju, ponieważ C_{60} nie jest jedynym rodzajem fulerenu. Istnieją również cząsteczki C_{70} i większe, np. C_{240} czy C_{540} . W 1992 roku natomiast odkryto istnienie złożonych cząsteczek fulerenów, nazywanych hiperfulerenami. Cząsteczki te zbudowane są jak rosyjskie matryozki - jedna w drugiej. Przykładami hiperfulerenów są C_{960} , C_{1500} , C_{2160} i C_{2940} .



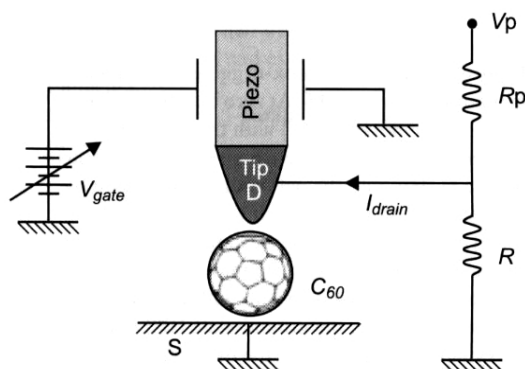
Rys. 7. Hiperfulereny [6]

Cząsteczki fulerenów mają niezliczoną liczbę zastosowań. Przykładowo trwają prace nad stworzeniem polimerów z wykorzystaniem tych cząsteczek. Takie polimery z cząsteczkami fulerenów doczepionymi jako grupy boczne mogłyby posłużyć do stworzenia nowych rodzajów smarów o małym współczynniku tarcia. Byłyby one przydatne w mechanice do ograniczania strat energii w łożyskach czy innych elementach ruchomych. Inne przykładowe zastosowania tych cząsteczek to m.in.: fulereny jako składniki ciekłych atramentów i tonerów do drukarek, składniki wydajnych paliw węglowodorowych, foto-przewodzące kompozyty, katody fulerenowe w ogniwach elektrochemicznych i materiały magnetyczne zawierające warstwy fulerenów.

Jednym z najbardziej obiecujących zastosowań fulerenów jest użycie ich w konstrukcji nowoczesnych ogniw paliwowych (czyli ogniw generujących energię elektryczną w wyniku utleniania dostarczonego do nich paliwa). W ogniwach paliwowych stosuje się tzw. fuleren uwodorniony, czyli fuleren wzbogacony atomami wodoru. Reakcja polega na częściowym rozerwaniu wiązania wielokrotnego węgiel-węgiel w cząsteczce fulerenu. W wyniku tego uzyskuje się nośnik wodoru znacznie pojemniejszy, niż stosowane dotychczas w ogniwach paliwowych wodorki metali. Przykładowo, jeśli jedziemy na wy-

cieczkę z Krakowa do Warszawy (300 km) samochodem napędzanym wodorem, potrzebujemy niecałych 4 kilogramów wodoru. Wymaga to użycia 400 kg wodoru metalu, albo około 70 kg uwodornionego fulerenu.

Innym przykładem wykorzystania cząsteczki fulerenu jest zastosowanie jej jako elementu sterującego prądem w nanotranzystorze elektromechanicznym. Układ taki, z wykorzystaniem ostrza mikroskopu STM i cząsteczki C_{60} , zaproponowano w 1998 (rys. 8).



Rys. 8. Tranzystor elektromechaniczny na pojedynczej molekułe fulerenu [7]

W zależności od napięcia przyłożonego do skanera piezoelektrycznego, na którym umieszczone jest ostrze skanujące mikroskopu, otrzymuje się jego wydłużenie lub skrócenie. Jeśli pomiędzy ostrzem mikroskopu a powierzchnią znajdzie się cząsteczka fulerenu, zostanie ona ściśnięta i otrzymamy zmianę prądu I_{drain} . Przewodność złącza tunelowego w STM silnie zależy od stopnia ściśnięcia cząsteczki fulerenu i wzrasta około stukrotnie dla ściśniętej cząsteczki w porównaniu z cząsteczką nie poddaną naprężeniom mechanicznym.

Zaprezentowana tu skrótowo problematyka wytwarzania i badania nanostruktur w żadnym razie nie wyczerpuje tego niezwykle szerokiego tematu. Nanotechnologia, będąc jedną z najszybciej rozwijających się dziedzin współczesnej nauki, codziennie dostarcza informacji na temat nowych materiałów o niezwykłych właściwościach i obiecujących zastosowaniach. Jest to możliwe dzięki interdyscyplinarności tej dziedziny wiedzy, czyli twórczym połączeniu fizyki, głównie fizyki kwantowej, fizyki ciała stałego, chemii, biofizyki, biotechnologii i niezwykle rozwiniętym metodom mikroskopowym opartym na mikroskopii skanującego próbnika (SPM).

Poniżej podano kilka odnośników do materiałów zawartych w Internecie, dzięki którym można pogłębić swoją wiedzę na temat nanostruktur i nanotechnologii.

Polecane strony www:

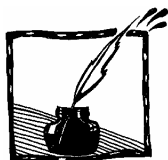
Bezpłatne internetowe kursy o nanotechnologii:
<http://www.nanonet.pl/>

Definicje:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology>

Badania:
<http://web.mit.edu/newsoffice/topic/nanotech.html>
<http://nanotechweb.org/>
http://www.nsf.gov/news/index.jsp?prio_area=10
<http://www.nanohub.org/>
<http://www.if.uj.edu.pl/ZFD/index.php>
<http://www.if.uj.edu.pl/NANOSAM/>
<http://www.if.uj.edu.pl/pl/ZINM/>

Źródła:

- [1] STM rounds up electron waves at the QM corral, *Physics Today* 46 (11), 17–19 (1993).
- [2] M. Kujawinska, T. Kozacki, M. Jóźwik, Zakład Techniki Optycznej, Instytut mikro-mechaniki i fotoniki, Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska, <http://zto.mchtr.pw.edu.pl/download/98.pdf> ISBN 2-88238-004-6
- [3] Piner R.D.; Zhu J.; Xu F.; Hong S.; Mirkin C.A., *Dip Pen Nanolithography*, Science, 1999, 283, 661–663.
- [4] Richard P. Feynman, *There's Plenty of Room at the Bottom. An Invitation to Enter a New Field of Physics*, 29.12.1959, American Physical Society, California Institute of Technology, Engineering and Science.
- [5] D.M. Eigler, E.K. Schweizer, *Positioning single atoms with a scanning tunneling microscope*, „Nature” 344, 524-526 (1990).
- [6] Kroto, „Nature” 1992, 359, 670; Ugarte, „Nature” 1992, 359, 707.
- [7] C. Joachim, J. Gimzewski, Chem. Phys. Lett. 265, 353 (1997).



125 rocznica skroplenia składników powietrza

*Andrzej Szytuła
Instytut Fizyki UJ*

W kwietniu br. minęła 125 rocznica skroplenia składników powietrza: tlenu i azotu przez profesorów Uniwersytetu Jagiellońskiego: Karola Olszewskiego (chemika) i Zygmunta Wróblewskiego (fizyka). Ich współpraca doprowadziła do osiągnięcia wyniku o światowym znaczeniu.

Wiek XIX można uznać za okres intensywnych badań nad skropleniem gazów. Zapoczątkował je A.L. Lavoisier, który w 1789 roku wysunął hipotezę, że każdy gaz można przeprowadzić w stan płynny. Badania M. Faradaya zapoczątkowane w 1823 roku doprowadziły do uzyskania w 1845 r. temperatury -110°C , co pozwoliło skroplić wszystkie znane gazy z wyjątkiem sześciu: tlenu, azotu, wodoru, tlenku węgla, tlenku azotu i metanu. Gazy te nazwano wtedy „trwałymi”.

Dalszy postęp w obniżaniu temperatury nastąpił przy jednoczesnym zwiększaniu ciśnienia. W roku 1877 R. Pictet w Genewie i L.P. Cailletet w Paryżu, stosując tę metodę, doprowadził do pojawienia się mgły skroplonego gazu. Było to pierwsze dynamiczne skroplenie tlenu.

W lutym 1883 r. w Zakładzie Fizyki mieszczącym się w Collegium Physicum (obecnie Kołłątaja) przy ul. Anny 193 (obecnie 6) Wróblewski z Olszewskim rozpoczęli prace nad skropleniem składników powietrza. Już 29 marca 1883 r. uzyskali skroplony tlen w postaci cieczy, w następnych dniach wielokrotnie powtórzyli ten eksperyment. Następnie skroplili azot i tlenek węgla. Informację o tym podali na posiedzeniu Akademii Umiejętności w Krakowie w dniu 4 kwietnia i Francuskiej Akademii Nauk w dniach 9 i 16 kwietnia 1883 r. W swoich eksperymentach zastosowali metodę zaproponowaną przez Cailleteta, polegającą na rozprężaniu ściśniętego gazu. Profesor Wróblewski wracając do kraju zakupił pompę pomysłu Cailleteta produkowaną seryjnie przez firmę Ducretata w Paryżu. Przeprowadzając skroplenie gazu w Krakowie, wprowadzili istotne zmiany w metodzie i aparaturze. Zasadniczym etapem skroplenia było gwałtowne zmniejszenie ciśnienia gazu silnie sprężonego i oziębionego oraz zastosowanie metody kaskadowej obniżenia temperatury,



Karol Olszewski



Zygmunt Wróblewski

dzięki czemu uzyskano granicę -136°C . W tej temperaturze następowała kondensacja tlenu na ściankach naczynia w postaci cieczy i ściekanie jej na dno.

Skroplenie składników powietrza zrobiło ogromne wrażenie w świecie naukowym, gdyż zapoczątkowało nowy etap badań, w którym starano się osiągnąć coraz niższe temperatury, dzięki czemu skroplono wszystkie „trwałe” gazy, a granica osiągalnych, w laboratorium, temperatur różniła się o jeden Kelvin od zera bezwzględnego.

Badanie własności fizycznych kryształów doprowadziło do odkrycia nowych zjawisk fizycznych takich jak zanik (zupełny) oporu elektrycznego (nadprzewodnictwo) czy nadpłynność helu.

Dalszy rozwój tej dziedziny badań doprowadził do otrzymania przez rozma-gnesowanie spinów jądrowych temperatur rzędu 10^{-6} K. Wkroczenie w obszar temperatur subkelwinowych pozwoliło odkryć nowe zaskakujące zjawiska, które podobnie jak nadprzewodnictwo i nadciekłość są przejawem działania praw mechaniki kwantowej, a więc praw rządzących światem drobin, atomów i cząstek elementarnych.

Prace polskich uczonych były nie tylko kolejnym krokiem w poznaniu praw natury, ale również ważnym krokiem w rozwoju cywilizacji. Wniosły one istotny wkład w powstanie kriogeniki – techniki skraplania gazów i otrzymywania niskich temperatur. Kriogenika odgrywa dziś wielką rolę nie tylko w wielu dziedzinach badań naukowych, ale ma również bardzo szerokie zastosowanie praktyczne, przyczyniając się m. in. do postępu w medycynie i do rozwoju różnych działów przemysłu i środków komunikacji.

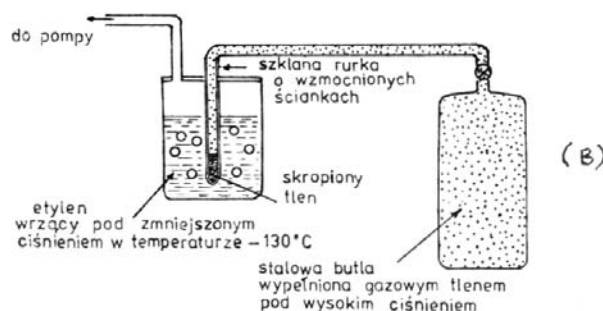
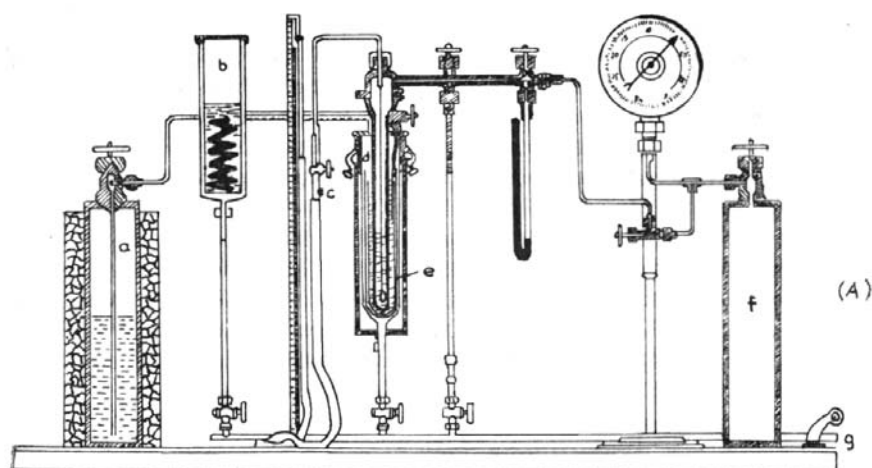
H. Kamerlingh Onnes skroplił ostatni z gazów – hel i rozwinął w Lejddie badania przewodnictwa metali w niskich temperaturach, co doprowadziło go do odkrycia w 1911 roku zjawiska nadprzewodnictwa, za co otrzymał w 1913 roku Nagrodę Nobla.

W referacie wygłoszonym w trakcie wręczania tej nagrody odwołał się do swoich poprzedników, wymieniając na pierwszym miejscu Wróblewskiego i Olszewskiego – pionierów kriogeniki. Oto fragment jego wypowiedzi: „Just as I was thinking about how to do this, the basic classic work of Wróblewski and Olszewski appeared on the static liquefaction of oxygen” (Właśnie wówczas, kiedy zastanawiałem się, jak to należy zrobić, pojawiła się podstawowa, klasyczna praca Wróblewskiego i Olszewskiego na temat statycznego skroplenia tlenu.)

Czytelników pragnących poznać więcej faktów odsyłam do artykułu prof. A. Hrynkiewicza i autora w *Postępiech Fizyki* 36 (1985) 41 oraz książek:

- Karol Olszewski, *praca zbiorowa, Zeszyty Naukowe UJ, Acta Chemica, zeszyt 33, 1990*
- Maciej Kucharski: *Zygmunt Florenty Wróblewski, szkic o życiu i twórczości*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 1997.

Karol Olszewski i Zygmunt Wróblewski, skraplając składniki powietrza, wykorzystali metodę kaskadową, której schemat pokazany jest na rysunku.



Rys. A. – schemat aparatury Wróblewskiego i Olszewskiego. a – butla z ciekłym etylenem, b – zbiornik z mieszaniną Thiloriera, c – termometr wodorowy, d – szklany zbiornik z ciekłym etylenem, e – grubościenna ampula szklana, w której skrapla się gaz, f – stalowa butla z gazowym tlenem ($p \sim 60$ atm); B – zasada działania aparatury Wróblewskiego i Olszewskiego

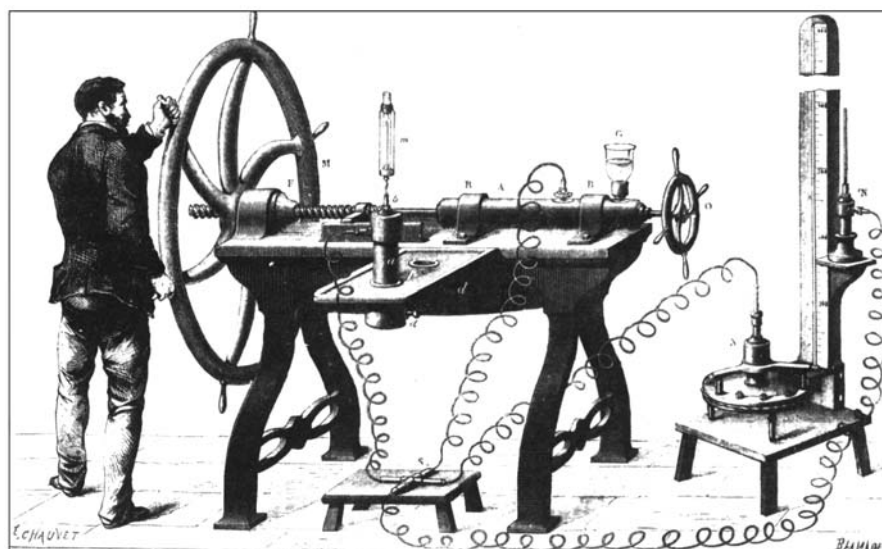
Pierwszy stopień kaskady stanowił ciekły etylen o temperaturze 252 K, który został skroplony poprzez oziębienie w mieszaninie lodu z solą kuchenną. Aby skroplić etylen przy tej temperaturze wystarczyło sprężyć go do ciśnienia 26–30 atm. Następnie ciekły etylen przepływał przez węzownicę zanurzoną w mieszaninie Thiloriera (stały kwas węglowy z eterem), gdzie oziębiał się do temperatury ~ 193 K. Potem wpływał do komory, gdzie jego pary odpompowano do ciśnienia $\sim 2,5$ cm Hg ($\sim 0,033$ atm), dzięki czemu w komorze osiągnano temperaturę $T \approx 128$ K. Po wprowadzeniu do oziębionej rurki sprężonego tlenu Wróblewski i Olszewski zauważyli, że tlen kondensuje się na ściankach rurki i ścieka na jej dno.



Stulecie skroplenia helu Heike Kamerlingh Onnes (1853–1926)

Zofia Gołąb-Meyer

Urodzony w 1853 roku w Groningen w Holandii Heike Kamerlingh Onnes to wybitny fizyk przełomu XIX i XX wieku. Był jednym z pierwszych, którzy dostrzegli, iż uprawianie fizyki doświadczalnej to już nie samotne (czy nawet z laborantem) eksperymentowanie przy stole laboratoryjnym, lecz poważne przedsięwzięcie polegające na współpracy fizyków z technikami oraz wytwórniami przyrządów naukowych. Proszę porównać ilustrację przedstawiającą aparaturę Cailleteta do skraplania gazów z roku 1878 (godne podziwu nogi stołu laboratoryjnego!) z budynkiem nowoczesnego laboratorium kriogenicznego w Lejdzie. Kamerling Onnes zorganizował XX-wieczne, nowoczesne laboratorium, dokonał jakościowego skoku w uprawianiu fizyki doświadczalnej. Podobnie czterdzieści lat później Amerykanie w wyścigu z Niemcami w badaniach nad rozszczepieniem jądrowym w produkcji bomb jądrowych pokonali Niemców między innymi dzięki skali i rozmachowi całego przedsięwzięcia.



Aparatura Cailleteta do skraplania gazów (rok 1878)

(ilustracja z książki Macieja Kucharskiego *Zygmunt Florenty Wróblewski, szkic o życiu i twórczości*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1997)



Budynek laboratorium kriogenicznego

Dzięki zbudowaniu nowoczesnego laboratorium niskich temperatur Kamerlingh Onnes wygrał zacięty wyścig o pierwszeństwo w skropleniu helu w 1908 roku. W wyścigu tym uczestniczyli wybitni uczeni tamtych czasów. Głównym rywalem był Szkot James Dewar (ilustracja obok).



Skroplenie powietrza przez Karola Olszewskiego i Zygmunta Wróblewskiego w Krakowie w 1883 roku było pierwszym zwycięstwem w ostrej rywalizacji w skraplaniu gazów (głównie z Francuzem Cailletetem). Rywalizacja w skropleniu wodoru zakończyła się sukcesem Jamesa Dewara w 1898 roku. Otrzymał on zaledwie 20 cm³ ciekłego wodoru, oczywiście skroplonego do słynnego naczynia Dewara. Do porażki Kamerlinga Onnesa przyczynił się fakt, iż władze miasta Lejda zabroniły Kamerlinghowi Onnesowi na jakiś czas (trzy zmarnowane lata!) używania „niebezpiecznego” laboratorium kriogenicznego.

W pokonywaniu oporu rajców Kamerlingha Onnesa wspomagali solidarnie rywale Olszewski i Dewar. W owych czasach obawiano się eksperymentów naukowców. W Krakowie profesor Witkowski musiał walczyć z radnymi miasta o zezwolenie na lokalizację „niebezpiecznego” instytutu fizyki (obecnie Collegium Witkowskiego) przy Plantach.

Pokonany Kamerlingh Onnes zbudował w swoim laboratorium skraplarkę wodoru. Dopiero w 1906 udało mu się uzyskać skroplony wodór, za to w ilościach przemysłowych parunastu litrów na godzinę. Do skroplenia helu (metodą kaskadową z wykorzystaniem efektu Joula-Thomsona) potrzebne były duże ilości gazów, w tym wodoru, które mają wyższą niż hel temperaturę skraplania.

10 lipca 1908 uzyskano 60 ml ciekłego helu. Na owe czasy była to olbrzymia ilość. Zwracamy uwagę czytelnikom, że hel, w przeciwieństwie do azotu, tlenu czy wodoru, nie jest pierwiastkiem występującym powszechnie na Ziemi. Najpierw zidentyfikowano go na Słońcu. Zgromadzenie zapasów czystego helu wymagało dużych zabiegów organizacyjnych.

Do swojego przedsięwzięcia Kamerling Onnes potrzebował „armii” techników, szkolonych w szkole zawodowej producentów instrumentów naukowych. Szkoła ta była usytuowana przy laboratorium kriogenicznym. Holandia miała długą tradycję w manufakturze przyrządów naukowych. To właśnie do Holandii wyemigrował z Gdańska Daniel Fahrenheit, gdzie utrzymywał się z produkcji termometrów i barometrów.

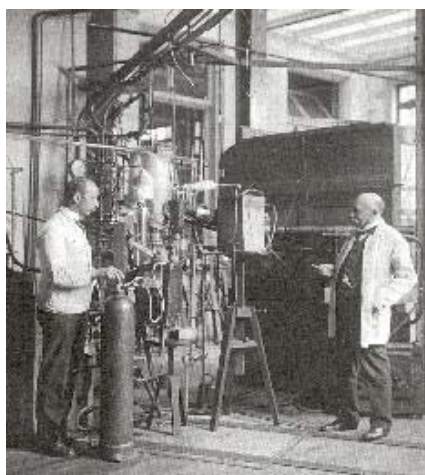
W zespole Kamerlingha Onnesa pracowali naukowcy, studenci, asystenci, technicy, laboranci i inżynierowie. Przez kolejne 15 lat laboratorium w Lejdzie miało monopol na produkcję ciekłego helu. Do laboratorium pielgrzymowali fizycy z całego świata. Wielu z nich miało później wybitne osiągnięcia.

Dzięki temu laboratorium Kamerlingh Onnes odkrył w 1911 roku zjawisko nadprzewodnictwa, za co dostał w 1913 roku nagrodę Nobla.

Kamerlingh Onnes był kolekcjonerem wszelakiego rodzaju wyróżnień (doktoratów honorowych, członkostw akademii), odznaczeń i medali. Encyklopedie podają, że był m.in. odznaczony medalem *Polonia Restituta*. Musiało to odznaczenie być przyznane niedługo po odnowieniu medalu przez II Rzeczpospolitą w 1921 roku.

[1] Dirk van Delft, *Little cup of helium, big science*, „Physics Today”, March 2008, s. 36.

[2] Dirk van Delft, *Heike Kamerlingh Onnes. Een biografie De man van het absolute nulpunt*, http://www.dbnl.org/tekst/delf006heik01_01/



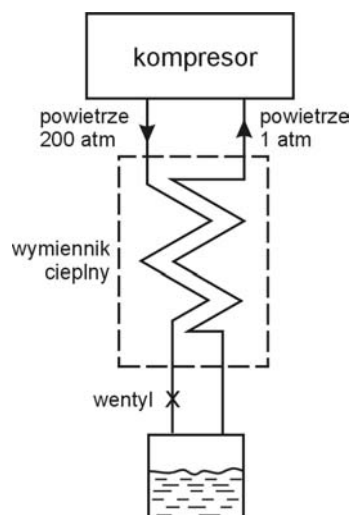
Kamerlingh Onnes (z prawej) w swoim laboratorium

Heike Kamerlingh Onnes zastosował w 1908 roku do skroplenia helu metodę kaskadową. Kolejnymi stopniami kaskady był ciekły CH_3Cl o temperaturze 200 K, C_2H_4 (125 K), ciekły tlen (90,2 K) i azot (77,5 K). Ostatnim stopniem kaskady był skroplony wodór, który Kamerlingh Onnes otrzymał wykorzystując efekt termodynamiczny zwany zjawiskiem Joule'a-Thompsona. Wodór rozprężający się w temperaturach poniżej -80°C oziębia się. W ten sposób Dewar oziębił wodór do temperatury $-253,75^\circ\text{C}$, czyli 20,4 K. Aby uzyskać jeszcze niższe temperatury, należało ostatni fragment kaskady udoskonalić tak, aby móc uzyskać duże ilości wodoru. Po udoskonaleniu aparatury Kamerlingh Onnes uzyskał 13 litrów wodoru na godzinę. Dzięki temu przepływający hel oziębiał się do temperatury 4,2 K i skraplał się.

Ciekły tlen i azot są obecnie ważnymi produktami przemysłowymi i otrzymuje się je za pomocą dużych skraplarek, używając powietrza jako surowca, a przez dołączenie wyposażenia rektyfikacyjnego oczyszcza się i rozdziela na tlen i azot. Najpopularniejsza skraplarka została opracowana przez Carla Paula Gottfrieda Lindego.

Istotnym jej elementem jest to, że skroplenie jest prowadzone bez wstępnego ochładzania. Powietrze pod ciśnieniem 200 atm jest przepuszczane przez wymienniki ciepła, a następnie przez wentyl, gdzie następuje jego rozprężenie do ciśnienia 1 atm. Na skutek efektu Joule'a-Thompsona następuje jego ochłodzenie i skroplenie. Tak wygląda prosty schemat skraplarki; działające urządzenia są bardziej skomplikowane, np. proces schłodzenia jest dwustopniowy.

Andrzej Szytuła

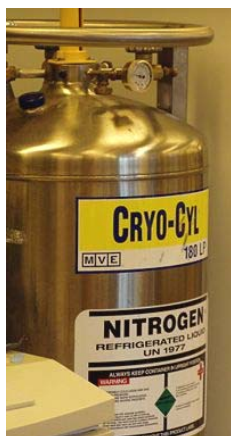


Kriogenika

Słowo kriogenika pochodzi od słów greckich „kruos” co oznacza „zimno” i „genos” – „pochodzenie” lub „tworzenie”, a pojęcie to zostało zaproponowane przez Kamerlingha Onnesa. Obecnie pojęcie kriogenika stosuje się na określenie metod uzyskiwania i wykorzystywania temperatur niższych od 120 K, a dokładnie 111,1 K, tj. temperatury wrzenia metanu pod ciśnieniem normalnym. Temperatura wrzenia ciekłego metanu jest umowną granicą wyodrębniającą kriogenicę z chłodnictwa i zaproponowaną przez XIII Międzynarodowy Kongres Chłodnictwa w 1971 roku. Przedmiotem kriogeniki są zjawiska zachodzące w temperaturach bardzo niskich w porównaniu z temperaturą otoczenia.

http://www.itcmp.pwr.wroc.pl/~kriogen/Wyklady/pods_krio/Wyklad1

Naczynie Dewara



Naczynie Dewara (zwane też: dewar [dju:ər], termos) – wynaleziony przez szkockiego fizyka Jamesa Dewara pojemnik izotermiczny przeznaczony pierwotnie do przechowywania skroplonych gazów, np. ciekłego azotu.

W przypadku popularnych termosów pokrycie ścianek odbijającą promieniowanie warstwą srebra zmniejsza wymianę ciepła przez promieniowanie cieplne. Większość termosów wykonana jest na wzór naczynia Dewara.

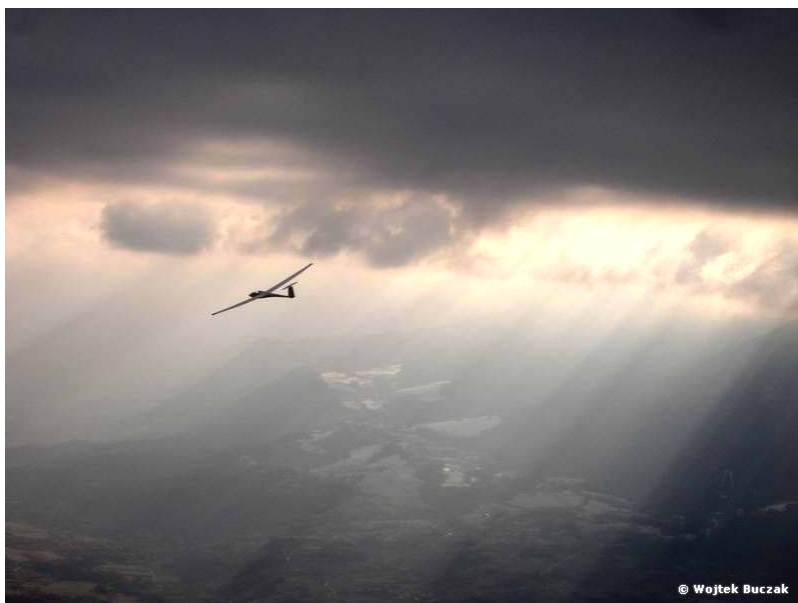




Czy latanie szybowcem jest bezpieczne?

Paweł Jałocha

*Paul Scherrer Institut (PSI) w Villigen,
Szwajcaria*



Do samolotu każdy się boi wsiąść, wiadomo, ale do szybowca, to dopiero strach – przecież to taki jakby samolot, ale bez silnika!

Tymczasem, jeśli chodzi o ten silnik, to latanie szybowcem jest bezpieczniejsze niż samolotem, pod warunkiem, że pilot jest człowiekiem rozsądnym i znającym się trochę na fizyce. Mechanika Newtona (mechanika lotu) oraz termodynamika („mechanika” atmosfery) są tu zwykle wystarczające, nie trzeba znać się ani na elektryczności, ani na mechanice kwantowej.



Start szybowca typu Ka-6 na wyciągarce, w klubie w Challes-Les-Eaux.

Dlaczego samolot, którego silnik uległ awarii, znajduje się w bardzo poważnych tarapatach? Ponieważ musi znaleźć odpowiednie miejsce do lądowania, zwykle w tzw. „terenie przygodnym”. Jeśli awaria nastąpiła na niewielkiej wysokości, to czasu jest mało i odległość do potencjalnego lądowiska niewielka. A w szybowcu nie ma tego problemu: tam przecież nie ma silnika, który może się popsuć! Szybowiec (pod kontrolą pilota) lata zawsze na tyle blisko lądowiska, że z wysokości, którą posiada w danej chwili, jest w stanie wrócić i bezpiecznie wylądować.

Czy w takim razie szybowcem można latać tylko nad własnym lotniskiem lub w bezpośredniej jego bliskości? Nie, szybowce latają na odległościach setek, a nawet tysięcy kilometrów od bazy.

Jak to się dzieje?

Doskonałość przeciętnego samolotu wynosi 5–7, tzn. może on przelecieć tyleż kilometrów na wysokości 1 kilometra. Doskonałość szybowców szkolnych wynosi 25–30, a szybowców wyczynowych sięga 50–60. Tak więc szybowiec, który wzniesie się na np. trzy kilometry w górę, może następnie przelecieć około 150 km w poziomie!

Jedną z podstawowych różnic pomiędzy samolotem a szybowcem to doskonałość aerodynamiczna tego drugiego, tzn. zdolność poruszania się w powietrzu z niewielkim oporem aerodynamicznym, lub mówiąc inaczej, z niewielką utratą energii.

Mówiąc o energii: tak jak magazynem energii samochodu jest jego bak z benzyną, tak magazynem energii szybowca jest jego wysokość. Im większą wysokość szybowiec nabierze, tym większą energią dysponuje on dla pokonywania odległości. Pilot „zbiera” energię krążąc w kominach termicznych, a następnie „zużywa” ją pokonując odległość np. do następnego komina termicznego, gdzie znów nabiera wysokości, czyli energii.

Dobry pilot nie pozwala więc, aby jego wysokość (zapas energii) spadł poniżej poziomu, który uniemożliwiłby mu dołot do najbliższego lotniska. Jeśli przestrzegamy tego warunku, to lot szybowcem jest naprawdę bezpieczniejszy niż samolotem.

Zauważmy jeszcze, skąd bierze się energia, dzięki której szybowiec może się wznieść, a następnie pokonać pewną odległość: jest to oczywiście energia cieplna pochodząca z promieniowania Słońca, która podgrzewa Ziemię, a ta z kolei podgrzewa powietrze. Skąd się bierze energia Słońca: z reakcji termojądrowej w jego wnętrzu. Można więc śmiało zaliczyć szybowiec to statków powietrznych o napędzie termojądrowym!

Aby uzmysłowić sobie ilość tej energii, rozważmy typowy dwumiejscowy szybowiec o masie 500 kg, który znalazł dobry komin termiczny i wznosi się z prędkością 2 m/s. Komin pracuje więc nad szybowcem mocą 10 kW! A taki komin może unieść w górę o wiele więcej szybowców.

Stery szybowca.

Sterowanie szybowcem jest trójosiowe. Dla porównania: sterowanie samochodem jest jednoosiowe, tzn. mamy jednowymiarowy ster w postaci kierownicy, którą kręcimy w lewo lub w prawo, kontrolując zarazem kierunek ruchu samochodu.

Podstawowe stery szybowca, które umożliwiają utrzymanie pożądanej przez pilota pozycji w przestrzeni to: lotki, ster kierunku oraz ster wysokości. Każdy z nich jest niezależny od pozostałych i kontroluje jedną z zasadniczych trzech osi szybowca, traktowanego jako bryła sztywne.

Lotki umieszczone na końcach skrzydeł pozwalają na obrót szybowca wokół osi poziomej, równoległej do kadłuba. Ster kierunku, umieszczony na końcu ogona, pozwala na obrót szybowca wokół osi pionowej. Ster wysokości, umieszczony również na końcu ogona, obraca szybowiec wokół osi poziomej, prostopadłej do kadłuba.

Stery szybowca podłączone są do drążka (lotki oraz ster wysokości), który pilot trzyma w ręku i do pedałów (ster kierunku), na których pilot kładzie stopy. Ruch pedałów obraca więc szybowiec wokół osi pionowej, a ruch drążka kontroluje obie osie poziome szybowca.

W szybowcu jest jeszcze czwarty, bardzo istotny ster: hamulec aerodynamiczny i jest on szczególnie istotny przy lądowaniu. Szybowce podchodzą do lądowania z wysokości około 200–300 metrów ponad lotniskiem. Jeżeli po

prostu skierowalibyśmy szybowiec w dół za pomocą steru wysokości, to oczywiście zacząłby on nabierać prędkości, zamieniając tym samym swoją energię potencjalną na kinetyczną. Do jakiej prędkości rozpędziłby się zatem szybowiec, zanim osiągnąłby poziom lotniska?

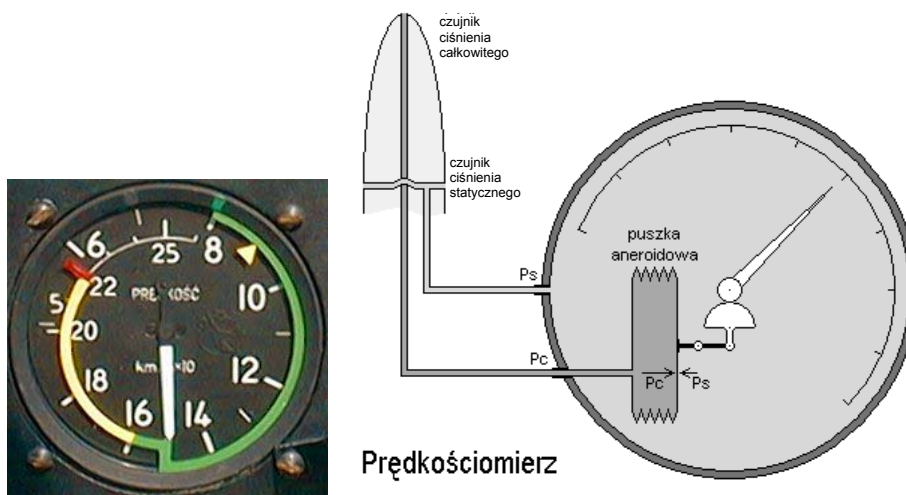
Oczywiście (trzeba trochę policzyć): opory powietrza ograniczyłyby tę prędkość, jednak i tak byłaby ona o wiele za duża, jeśli chodzi o bezpieczeństwo, możliwość kontroli szybowca czy też wytrzymałość jego konstrukcji mechanicznej.

Hamulec spełnia więc rolę rozpraszacza (dyssypatora) energii, który pozwala na celową i kontrolowaną przez pilota utratę energii przez szybowiec. Hamulec ma zwykle postać pionowych płaszczyzn wysuwanych z górnej i dolnej powierzchni skrzydeł, przez co mocno wzrastają opory aerodynamiczne, a zatem energia kinetyczna jest rozpraszana poprzez siłę tarcia tychże płaszczyzn o powietrze.

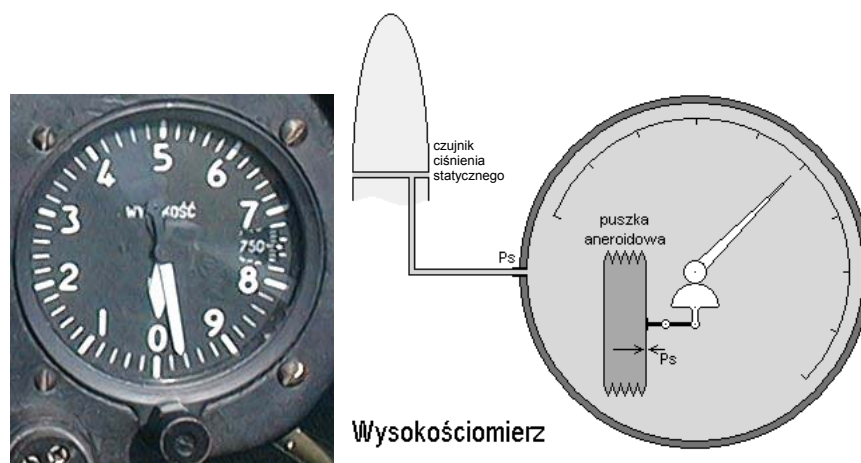
Wyobraźmy sobie więc pilota szybowca podchodzącego do lądowania: musi on kontrolować jednocześnie cztery niezależne stery: lotni, ster kierunku i wysokości (te kontrolują pozycje szybowca w przestrzeni) oraz hamulec aerodynamiczny (ten kontroluje dyssypację energii całkowitej szybowca). Dlatego lądowanie (a dokładniej podejście do lądowania) jest jednym z trudniejszych manewrów i opanowanie wszystkich jego elementów wymaga sporo czasu.

Podstawowe instrumenty w kabinie szybowca

Pierwszym instrumentem jest prędkościomierz, który mierzy prędkość szybowca względem powietrza. Jest to instrument o tyle ważny, że nieodpowiednia prędkość (zbyt mała lub zbyt duża) ma natychmiastowy wpływ na bezpieczeństwo lotu. Prędkościomierz działa na zasadzie pomiaru ciśnienia dynamicznego wytwarzanego przez ruch powietrza. Zwykle jest to po prostu rurka umieszczona na dziobie lub ogonie szybowca i skierowana wzdłuż kierunku lotu: mierzy ona zatem sumę ciśnienia dynamicznego oraz statycznego, a wskaźnik w kabinie pilota to po prostu ciśnieniomierz różnicowy wyskalowany w jednostkach prędkości (zwykle km/h).

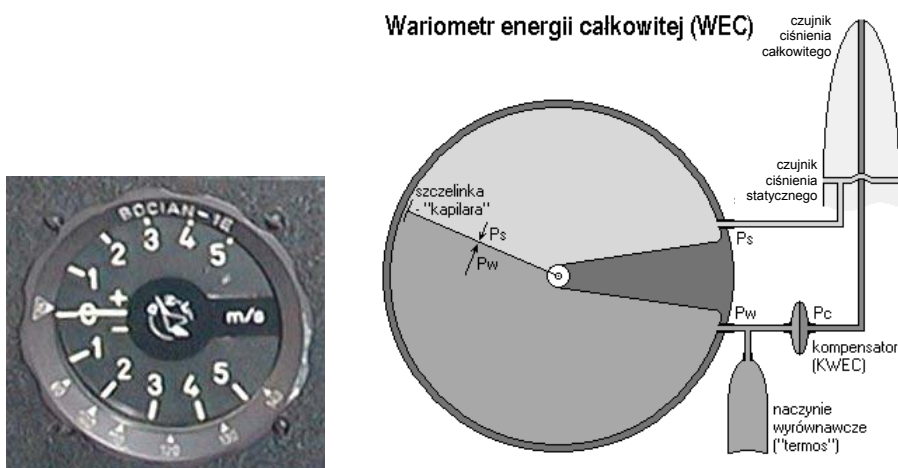


Drugi instrument to wysokościomierz: pokazuje on wysokość szybowca (a więc zapas jego energii potencjalnej!). Jest to także ciśnieniomierz mierzący absolutne ciśnienie statyczne i wyskalowany w jednostkach wysokości (m lub km).



Trzeci instrument to wariometr: wskazuje on zmiany wysokości szybowca: informuje więc pilota o tym, czy nabiera on wysokości (dobrze!) czy też ją traci (źle...). Wariometr to też ciśnieniomierz, bardzo precyzyjny, bo potrafi wykryć zmiany ciśnienia odpowiadające zmianie wysokości o 20–50 centymetrów.

Wariometr jest zwykle bardziej skomplikowanym i delikatnym instrumentem niż prędkościomierz i wysokościomierz. Jest on tak połączony z innymi czujnikami aby mierzył zmianę energii całkowitej szybowca (bo ta energia tak naprawdę się liczy), a nie tylko jego energii potencjalnej.



Zauważmy, że podstawowe instrumenty szybowca to przyrządy pneumatyczne, niewymagające zasilania w postaci np. baterii. Dzięki temu, instrumenty te, mające bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo lotu działają zawsze, nie występują problemy typu: bateria się rozładowała albo przepalił się bezpiecznik.



Instrumenty w kabine szybowca „ASK-18”: prędkościomierz po lewej wskazuje 85 km/h, wysokościomierz po prawej 900 m n.p.m., a wariometr pośrodku noszenie +1 m/s



Tablica przyrządów w szybowcu „Janus”: widoczny jest „icek” – czerwona nitka przytwierdzona na zewnątrz kabiny na wysokości wzroku pilota. Icek pokazuje kierunek wiatru owiewającego kabinę. Jest to bardzo prosty, ale też bardzo ważny instrument mierzący symetrię lotu, która w ostrych zakrętach może być krytyczna

Ilustracje instrumentów pozwoliłem sobie skopiować ze strony www.szybowce.com (dział „Teoria”), którą to stronę gorąco polecam wszystkim zainteresowanym. Zdjęcia zaczerpnąłem ze strony Wojtka Buczaka: www.wojtekbuczak.pl, którą również polecam.



Nanotechnologia wkracza do szkół: model Mikroskopu Sił Atomowych

Gorazd Planinšič

Wydział Matematyki i Fizyki, Uniwersytet w Lublanie

Janez Kovač

Instytut Josefa Stefana, Lublana

Tłumaczenie artykułu z internetowego czasopisma IOP Science, Physics Education **43**(1), January 2008, s. 37; za zgodą redakcji.

Wstęp

Wiadomo obecnie, że nanotechnologia wpłynie znacząco na naszą przyszłość. Niektóre prognozy przewidują, że zmieni ona ludzką cywilizację bardziej niż wynalezienie maszyny parowej, elektryczności, tranzystora, czy nawet Internetu. W nanoskali (tj. na poziomie odległości równych wymiarom atomów i cząsteczek) uwydatniają się w materiałach ich nadzwyczajne własności. Dzięki nim już teraz nanomateriały coraz powszechniej wchodzą do naszych domów. Produktami nanotechnologii są na przykład niektóre zapobiegające starzeniu się kosmetyki, a także antybakteryjne powłoki powierzchni w nowoczesnych lodówkach, czy też warstwy przeciwdziałające stałemu przebarwieniu i chroniące przed wodą tkaniny i meble. Z drugiej strony zaczynamy nabierać przekonania, że nanomateriały mogą nieść potencjalne ryzyko dla naszego zdrowia, chociaż obecny stan wiedzy na temat ich wpływu na organizmy żywe jest jeszcze niewielki. Wszystko to wskazuje na potrzebę wprowadzania elementów nanotechnologii do szkolnych programów nauczania. W ostatnich latach obserwujemy adoptowanie tej dziedziny wiedzy do programów edukacyjnych na niektórych uniwersytetach oraz w szkołach średnich w Europie [1]. Wysiłki skoncentrowane są głównie na reedukacji nauczycieli. Podobna aktywność obserwowana jest także w Stanach Zjednoczonych, na przykład na prestiżowym Uniwersytecie Cornell [2], gdzie w Centrum Nanosystemów podnosi się kwalifikacje nauczycieli i dostarcza im nowoczesnej wiedzy.

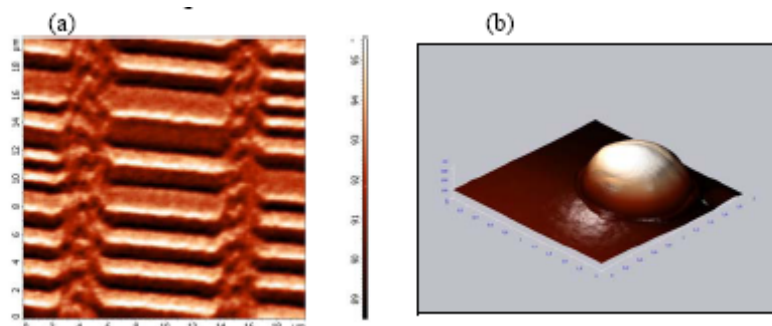
Wprowadzenie nanotechnologii do szkół wymaga powstania nowoczesnych wzorców nauczania. Ponieważ przedmioty nauk przyrodniczych mają tak zwaną strukturę piramidy, nie możemy tak po prostu wyrzucić z podstawy programowej starszych tematów i zastąpić ich tematami z podstaw nanotechnologii. Jednym ze sposobów może być natomiast wyodrębnienie pewnych charakterystycznych dla nanofizyki tematów (np. opisu urządzeń i metod badawczych lub specyficznych właściwości konkretnych nanomateriałów), które mogłyby być przystępnie przedstawione uczniom, stając się tym samym możliwym do zaakceptowania i nieprzeładowanym pojęciowo uzupełnieniem programu nauczania

fizyki. Takie podejście wymaga od uczniów wykorzystania ich wiedzy w nowej sytuacji i może służyć jako przykład jednoczesnego praktycznego zastosowania wiedzy pochodzącej z różnych działów fizyki lub nawet z różnych nauk przyrodniczych. Nanotechnologia mogłaby być przedyskutowana z kilku różnych perspektyw (zdrowotnej, socjologicznej, ekonomicznej). Alternatywą jest połączenie lekcji nanofizyki z lekcjami biologii, chemii czy nawet filozofii [3].

W niniejszym artykule prezentujemy model Mikroskopu Sił Atomowych, który odniósł już sukcesy jako temat wprowadzający do zagadnień z nanofizyki dla uczniów szkół średnich oraz nauczycieli będących słuchaczami studiów podyplomowych.

Mikroskop Sił Atomowych

Nanocząsteczki istniały w naszym otoczeniu przez tysiące lat – np. jako kryształki soli w oparach oceanicznych czy węgla w sadzy. Ale celowa produkcja nanocząsteczek i wyznaczanie ich specyficznych własności stało się możliwe dopiero po wynalezieniu pewnych urządzeń i rozwinięciu metod badawczych umożliwiających „zobaczenie” i manipulacje tymi cząsteczkami. Jedną z takich metod, metoda mikroskopii skaningowej (STM) rozwinięta została we wczesnych latach 80. przez Gerda Binniga i Heinricha Rohrera, za co otrzymali oni Nagrodę Nobla w 1986 r. W metodzie tej wykorzystuje się prąd tunelowania odzwierciedlający silnie zależne od odległości prawdopodobieństwo transportu elektronu pomiędzy dwoma niestykającymi się przewodnikami. Kilka lat później w grupie Binniga skonstruowano inne urządzenie skaningowe – Mikroskop Sił Atomowych (*Atomie Force Microscope*, AFM), którego zasada działania oparta jest na krótkozasięgowych oddziaływaniach van der Waalsa. Ponieważ w urządzeniu tym nie wykorzystuje się zjawiska tunelowania elektronów, może ono służyć do badań zarówno izolatorów jak i próbek biologicznych z rozdzielczością rzędu odległości wewnątrzatomowych. Za pomocą AFM można otrzymać informacje na temat topografii powierzchni badanej próbki, jej nierówności, tarcia, adhezji, własności elastycznych, odległości pomiędzy ostrzem próbkującym a powierzchnią badanego materiału, rozkładu pola elektrycznego lub magnetycznego w próbce, oporności, potencjału powierzchniowego i wiele innych (rys. 1). Dodatkowo za pomocą ostrza AFM można formować powierzchnię próbki poprzez prądową lub napięciową nanolitografię.



Rys.1. Obrazy AFM: a) Obraz AFM topografii powierzchni dysku magnetycznego, czulego na siły magnetyczne. Obraz został otrzymany z powierzchni $20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$ za pomocą ostrza pokrytego warstwą magnetyczną; b) Obraz AFM bakterii *Staphylococcus aureus* czulej na oddziaływanie van der Waalsa; obraz trójwymiarowy powstał po zbadaniu powierzchni o wymiarach $20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$

AFM umożliwia prowadzenie pomiarów w obecności warstwy powietrza ponad próbką (czyli w warunkach naturalnych), co w połączeniu z prostą konstrukcją tego urządzenia i wiarygodnymi, powtarzalnymi wynikami sprawia, że instrument ten stał się standardowym wyposażeniem wielu laboratoriów na świecie.

Zasada działania AFM jest oparta na oddziaływaniu przymocowanego do ruchomego ramienia ostrza z atomami powierzchni próbki. Siły działające na ostrze mogą być zarówno przyciągające, jak i odpychające. Niewielkie przemieszczenia ostrza powodowane zmianami wartości i zwrotu tych sił rejestrowane są poprzez odbicie światła laserowego od zewnętrznej strony ramienia, z którym jest połączone ostrze.

Praca AFM możliwa jest w dwóch trybach. W trybie kontaktowym ostrze znajduje się cały czas blisko powierzchni próbki, skanując ją w płaszczyźnie horyzontalnej. Ten tryb pracy jest użyteczny przy badaniu twardych powierzchni. W drugim trybie pracy – oscylacyjnym (lub niekontaktowym), podczas skanowania powierzchni próbki ostrze drga w płaszczyźnie pionowej. Zaletą trybu oscylacyjnego jest słabsze oddziaływanie ostrza z powierzchnią, a tym samym powodowanie mniejszej ilości zniszczeń próbki, dlatego mod ten szczególnie nadaje się do badań np. próbek biologicznych [4].

Należy tutaj podkreślić, że w praktyce AFM pracuje nieco inaczej niż opisano to powyżej. Obejma, do której przymocowane jest ramię z ostrzem jest przesuwana w górę i w dół, a jej pozycja jest dostosowywana do warunku utrzymania stałej wartości siły pomiędzy ostrzem a próbką (promień światła lasera odbitego od ramienia AFM musi trafiać stale w to samo miejsce). Następnie kształt badanej powierzchni odtwarzany jest komputerowo na podstawie przemieszczeń obejmują. Pomimo tego, że taki sposób kontroli jest niezmiernie ważny

z technicznego punktu widzenia, nie wnosi on niczego istotnego do zrozumienia podstaw działania AFM na poziomie szkoły średniej, dlatego niuans ten zostanie przez nas pominięty w dalszej części tego artykułu.

Prosty model AFM

Zasada działania AFM oparta jest na kilku prostych prawach fizyki, dlatego też AFM nadaje się do wprowadzenia podczas lekcji fizyki w szkole średniej lub na pierwszym roku studiów. Prostota podstawowych zasad działania tego skomplikowanego skądinąd urządzenia daje również możliwość wykonania samodzielnie przez uczniów modelu AFM i przeprowadzenia kilku prostych, poglądowych eksperymentów z jego pomocą.

Chociaż za pomocą modelu AFM proponowanego w tym artykule można wykonywać doświadczenia wykorzystując analogię do obu podstawowych trybów pracy rzeczywistego AFM, w polskim tłumaczeniu ograniczymy się jedynie do trybu kontaktowego [przyp. tłum.]. Przedstawiany model AFM łączy następujące tematy niezbędne do zrozumienia zasady działania prawdziwego AFM (zazwyczaj zawarte w programach nauczania): prawo Hooke'a, prawo odbicia.

Niezwykle ważne jest podkreślenie różnic pomiędzy naszym modelem AFM, a rzeczywistym mikroskopem AFM. W naszym przypadku jedyną siłą możliwą do zastosowania przy budowie makroskopowego modelu jest siła magnetycznego oddziaływania pomiędzy ramieniem, a próbką, podczas gdy w rzeczywistym Mikroskopie Sił Atomowych badanie próbki odbywa się znacznie częściej za pomocą sił van der Waalsa niż sił magnetycznych.

Naszym podstawowym zadaniem będzie skonstruowanie modelu, łatwego do zastosowania przez nauczycieli i uczniów w celu demonstracji podstawowej zasady działania AFM; modelu, którego pełna rekonstrukcja będzie możliwa w krótkim czasie (około dwóch godzin lekcyjnych – przyp. tłumacza).

W trybie kontaktowym próbka jest systematycznie przesuwana linia po linii poniżej ramienia, które (zgodnie z prawem Hooke'a) ugina się pod wpływem sił oddziaływania między ostrzem a próbką. Ugięcie ramienia odtwarza pofałdowanie powierzchni próbki, a także dostarcza informacji na temat sił oddziaływania.

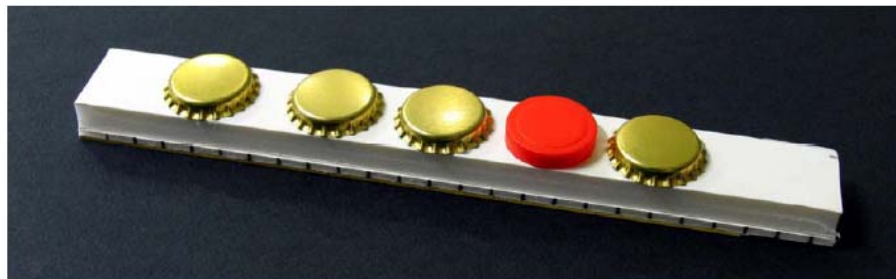
Do konstrukcji modelu AFM w trybie kontaktowym potrzebne są materiały przedstawione na rys. 2a.



Rys. 2a. Podstawowe materiały do budowy modelu AFM (od lewego górnego rogu do prawego dolnego): taśma samoprzylepna (najlepiej izolacyjna – przyp. tłum.), klocki Lego, pasek wycięty ze środkowej części płyty CD, kawałek plasteliny, silny magnes, wskaźnik laserowy, spinacz do bielizny



Rys. 2b. Gotowy model AFM z klocków Lego podczas pomiarów



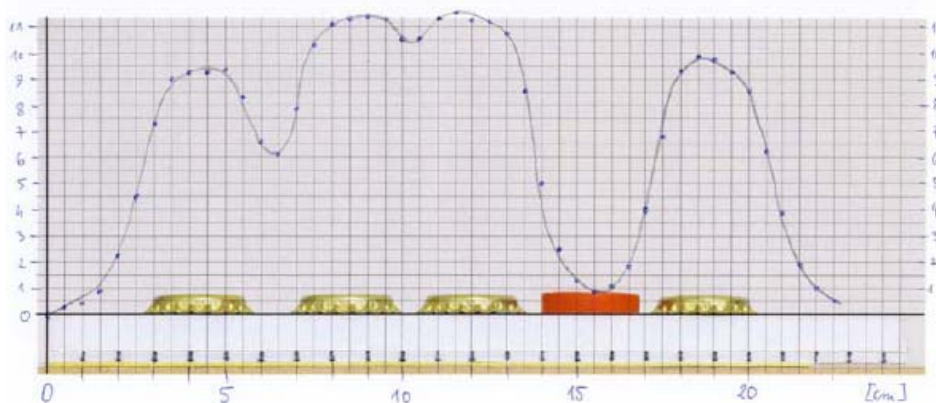
Rys. 2c. Modelowa próbka „krajobrazu atomowego na powierzchni” wykonana z metalowych kapsli i plastikowej nakrętki. Zwróć uwagę na różnice w odległościach pomiędzy poszczególnymi kapslami.

Szkielet konstrukcji modelowego AFM zbudowany jest z klocków Lego (rys. 2b). Ramię zostało wycięte z płyty CD, która jest odpowiednio giętka, a jej powierzchnia praktycznie bez rozprożeń odbija światło lasera. Należy użyć czystą płytę CD bez nalepek i tak ją umocować, aby strona, na której zapisywane są dane, była skierowana ku dołowi (odbicie od górnej płaszczyzny CD jest mniej rozproszone niż od powierzchni zapisu danych, która to powierzchnia chroniona jest dodatkowo przezroczystą warstwą plastiku). Należy użyć silnego magnesu jako ostrza. W naszym przykładzie zastosowany został płaski magnes o średnicy 14 mm i wysokości 5 mm tak, aby rozmiar „ostrza” był porównywalny z rozmiarem „atomów” (patrz rys. 2c oraz ramka: Rozdzielczość). Magnes należy przykleić do spodniej powierzchni ramienia, jak to pokazano na rys. 2b. Jako źródło światła o wąskim przekroju wiązki został użyty wskaźnik laserowy. Laser przymocowano do konstrukcji z klocków za pomocą plasteliny. Laser należy ustawić w pozycji, w której wiązka światła pada na powierzchnię odbijającą swobodnego końca ramienia z płyty CD. Plastelina umożliwia precyzyjne zamontowanie wskaźnika laserowego.

Po wykonaniu konstrukcji modelowego AFM należy przygotować odpowiednią próbkę do badań – „krajobraz atomowy”. W naszym modelu możemy przeskanować jedynie pojedynczy rząd „atomów” ze względu na ograniczenia czasowe eksperymentu. Wierzymy, że na poziomie szkolnym wszystkie najważniejsze cechy metody skaningowej mogą zostać zademonstrowane podczas obserwacji i badań próbki liniowej („jednowymiarowej”), a kiedy uczniowie zrozumieją zasadę działania tej metody, koncepcyjne rozszerzenie modelu badawczego na próbkę płaszczyznową („dwuwymiarową”) stanie się stosunkowo łatwe. Kapsle metalowe nadają się na modelowe „atomy”, które oddziałują magnetycznie z ostrzem w postaci magnesu (nie mogą to być jednak kapsle aluminiowe – przyp. tłum.), natomiast nakrętki plastikowe są modelami atomów nie oddziałujących magnetycznie. Próbka struktury atomowej została przedstawiona na rys. 2c. Przed wykonaniem próbki należy zwrócić uwagę na wymiary zastosowanego w modelu AFM magnesu (patrz ramka: Rozdzielczość).

Tak wykonany modelowy AFM jest już gotowy do przetestowania. Należy go umieścić w pobliżu ściany lub białej tablicy (w odległości około 2 m) i włączyć przycisk wskaźnika laserowego. Aby wskaźnik świecił w sposób ciągły, należy zaciśnąć wyłącznik spinaczem do bielizny. UWAGA: Przed włączeniem wskaźnika trzeba się upewnić, że uczniowie znajdują się w bezpiecznej odległości zarówno od wiązki światła laserowego, jak i od wiązki odbitej. Kolejno należy przymocować na ścianie kartkę papieru z zaznaczonymi na niej liniami, która będzie spełniać rolę detektora pozycji wiązki światła odbitego (wzór takiej kartki znajduje się na stronie internetowej *Fotonu*, w internetowej wersji obecnego artykułu – przyp. tłum.). Kartkę mocujemy tak, aby promień lasera odbity od ramienia padał na górną część zaznaczonej na kartce skali.

Następnie należy umieścić próbkę bezpośrednio pod magnesem. Gdy powoli będziemy przesuwając próbkę w kierunku prostopadłym do ramienia AFM, plamka światła padająca na skalę na ścianie będzie się przesuwać w kierunku pionowym. Gdy upewnimy się, że nasz modelowy mikroskop działa, możemy przystąpić do systematycznych pomiarów próbki za pomocą naszego urządzenia. Najlepiej wykonywać doświadczenie w 3–4-osobowych grupach przy jednym zestawie modelowym. Jeden uczeń może przesuwać próbkę w odstępach 5 mm, drugi – odczytywać położenie plamki światła laserowego na detektorze ściennym, trzeci uczeń może na osobnej kartce papieru zapisywać położenie plamki na karcie laboratoryjnej w dwuwymiarowym układzie współrzędnych (wzór zamieszczamy na stronie internetowej *Fotonu*, internetowej wersji obecnego artykułu – przyp. tłum.). Kiedy wszystkie dane zostaną odczytane i naniesione na kartę laboratoryjną spełniającą rolę analizatora, wyznaczony profil należy porównać z kształtem próbki (rys. 3).

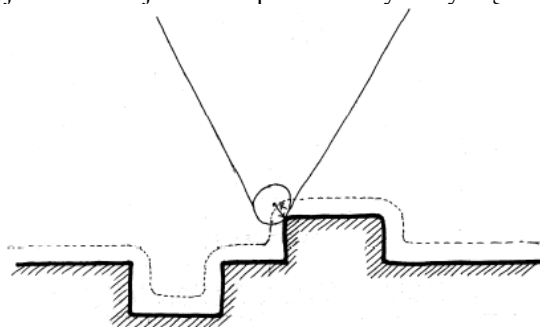


Rys. 3. Karta laboratoryjna. Graficzna prezentacja pomiarów otrzymanych w kontaktowym trybie pracy modelowego AFM w porównaniu z badaną próbką. Położenia jasnej plamki na ścianie (oś pionowa) są wyznaczone w jednostkach umownych. Przedstawione dane zostały otrzymane w czasie około 5 minut

Nawet taka uproszczona wizualizacja wyników wskazuje na pewne podstawowe ograniczenia metody badawczej (zarówno z użyciem modelowego, jak i rzeczywistego AFM, patrz ramka „Rozdzielczość”). Na przykład, na rys. 3 widać wyraźnie, że przerwa pomiędzy drugim i trzecim kapslem jest płytsza niż ta pomiędzy kapslem pierwszym a drugim. Można także zauważyć, że maksima profilu dla drugiego i trzeciego kapsla są wyższe od maksimów odpowiadających pozostałym kapsłom. Dzieje się tak prawdopodobnie dlatego, że oba kapsle znajdują się w tak bliskim sąsiedztwie, iż magnetyzują się jednocześnie.

Rozdzielczość

Jednym z najważniejszych czynników wpływających na zdolność rozdzielczą Mikroskopu Sił Atomowych jest wielkość ostrza. W najprostszym przybliżeniu możemy sobie wyobrazić ostrze jako koło o promieniu R toczące się po powierzchni próbki (rys) (w rzeczywistości efektywny promień jest nieco większy niż promień geometryczny ostrza). Kiedy ostrze porusza się po wypukłościach, punkt centralny ostrza zakreśla kształt, który jest szerszy niż wypukłość, natomiast gdy ostrze porusza się w zagłębieniach, kształt kreślony przez jego punkt centralny jest węższy niż zagłębienie. Należy także zauważyć, że kreślone zagłębienie jest płytsze od rzeczywistego. Najbardziej precyzyjne ostrza mają obecnie promień krzywizny rzędu zaledwie 5 nm.



Kształt odtwarzany przez ostrze Mikroskopu Sił atomowych jest szerszy przy wypukłościach, a węższy przy zagłębieniach niż rzeczywisty kształt próbki.

Tłumaczyła Dagmara Sokołowska

- [1] Gyalog T 2007 Nanoscience education in Europe, *Europhysics News* **38**, p13 also available on-line at <http://www.europhysicsnews.org>
- [2] Home page of Institute for Physics Teachers, Centre for Nanoscale Systems, Cornell University <http://www.cns.cornell.edu/cipt/index.html> (see “Resources” for useful material for teachers!)
- [3] Drexler K E 2005 Productive nanosystems: the physics of molecular fabrication, *Phys. Educ.* **40** (4) p339
- [4] V L Mironov: Fundamentals of the scanning probe microscopy, the Russian Academy of Sciences, Institute of physics of microstructures (Nizhniy Novgorod 2004), also available on-line at http://www.nanotech-america.com/dmdocuments/mironov_book_en.pdf



Nagroda Templetona dla Ks. Profesora Michała Hellera

Ksiądz profesor Michał Kazimierz Heller jest filozofem, teologiem, fizykiem kosmologiem. Jest pracownikiem Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego oraz Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie, jest członkiem Papieskiej Akademii Nauk, członkiem Polskiej Akademii Umiejętności PAU oraz członkiem Polskiej Akademii Nauk PAN.



W dniu 12 marca ogłoszono, iż coroczną nagrodę Johna Templetona, nazywaną także „teologicznym Noblem” otrzymał Ks. Profesor Michał Heller. Nagroda ta przyznawana jest za wybitne wyniki w pogłębianiu relacji pomiędzy nauką a religią. Jest to najwyższej na świecie dotowana nagroda przyznawana indywidualnie naukowcowi i wynosi ok. 1,6 mln dolarów. Ks. prof. Heller otrzymał ją za całokształt działalności dotyczącej relacji między religią, teologią a naukami. Profesora Hellera nazwano naukowcem, który scala Wszechświat.

Czytelnikom *Fotonu*, profesor Heller jest znany. Dwukrotnie zamieszczaliśmy z nim wywiady (w *Fotonach* 74/2001 i 78/2002), wielokrotnie cytowaliśmy go i polecali jego bardzo liczne publikacje popularnonaukowe.

Ks. Profesor Heller powiedział w wywiadzie dla KAI (Katolicka Agencja Informacyjna), że całą nagrodę przeznaczą na powstające w Krakowie Centrum Kopernika. Będzie to instytucja międzyuniwersytecka, za którą stoją: Uniwersytet Jagielloński i Papieska Akademia Teologiczna w Krakowie. Ośrodek będzie zajmował się relacjami nauki i religii jako dyscypliną akademicką.

Ks. Heller jest m.in. autorem lub współautorem ponad 50 książek, ponad 70 artykułów matematyczno-fizycznych oraz kosmologicznych, ponad 300 artykułów filozoficznych, teologicznych i popularnonaukowych.

Polecamy:

- Heller Michał – *Granice kosmosu i kosmologii*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, 2005.

Książka ta opowiada porywającą historię narodzin kosmologii współczesnej i jej rozwoju w XX wieku. To w tym stuleciu człowiek zrozumiał zależność między geometrią kosmosu a wypęniającą go materią, odkrył ucieczkę galak-

tyk, pojął, w jaki sposób powstały pierwiastki chemiczne, i odtworzył ewolucję Wszechświata począwszy od ułamków sekundy po jego zdumiewającym wyłonieniu się z Wielkiego Wybuchu. Autor, wybitny kosmolog i popularyzator nauki, przedstawia tę niezwykłą przygodę ludzkości, nie pomijając teorii, które odeszły już do lamusa, ukazując zmagania astronomów z materiałem obserwacyjnym, szkicując subtelną kreską portrety takich wybitnych uczonych, jak Lemaitre, Friedman, Hubble, Eddington, Gamow, Hoyle, Hawking czy Penrose. Ostatnie zaś rozdziały książki wprowadzają Czytelnika w świat najnowszych badań nad kosmiczną inflacją, kwantową grawitacją i ukształtowaniem się struktury Wszechświata.

- Heller Michał – *Początek jest wszędzie, Nowa hipoteza pochodzenia Wszechświata*, Prószyński i S-ka, 2004.

Kosmologia i fizyka stoją dziś wobec najgłębszych zagadek przyrody. Należą do nich natura czasu i przestrzeni oraz problem początku Wszechświata. Nauka współczesna coraz śmielej próbuje wydrzeć te tajemnice przyrodzie, zespalać metody fizyki i matematyki, ale też głowiąc się, jaki filozoficzny sens nadać nowym modelom kosmosu. Książka ta przedstawia oryginalną propozycję takiej fundamentalnej teorii, ukazując ją w kontekście badań prowadzonych m.in. przez tak dobrze znanych polskiemu Czytelnikowi uczonych, jak Stephen Hawking, Roger Penrose czy Lee Smolin.

- Heller Michał – *Podróże z filozofią w tle*, ZNAK, 2006.

Podróże z filozofią w tle, wydane z okazji 70. urodzin Księdza Profesora Michała Hellera, ukazują autora od strony nieznaną wielu jego dotychczasowym czytelnikom.

- Coyne George V., Heller Michał – *Pojmowalny Wszechświat*, Prószyński i S-ka, 2007.

Czemu nasz świat jest pojmovalny? To w istocie dramatyczne pytanie wydaje się trywialne w sposób tak oczywisty, że mało kto w ogóle ośmiela się je zadawać. A gdy takie pytanie już pada, okazuje się, że odpowiedź na nie jest niezmiernie trudna. Jedną z najlepszych metod pozwalających zbliżyć się do odpowiedzi na tak trudne pytanie lub przynajmniej lepiej uzmysłowić sobie omawiany problem jest poznanie okoliczności, w jakich zostało ono zadane po raz pierwszy. Otóż wydarzyło się to w starożytnej Grecji...

- Heller Michał – *Filozofia i Wszechświat*, Wydawnictwo Universitas, 2006.

To pierwsze wydanie zebranych pism filozoficznych ks. Michała Hellera, znanego kosmologa, filozofa i teologa. Artykuły zamieszczone w książce zostały tak ułożone, aby dać spójny i całościowy obraz filozoficznych poglądów autora. Czytelnicy, wraz z autorem, zagłębią się w poszukiwanie odpowiedzi między innymi na pytania: czym jest nowa filozofia przyrody?, co łączy fizykę i metafizykę?, co to są prawa przyrody?, jaka jest natura czasu i przestrzeni?, co znaczy, że świat jest matematyczny?, dlaczego istnieje raczej coś niż nic?, dlaczego wiedza o świecie jest ważna dla filozofii człowieka?

Jako kosmolog, twórczy badacz globalnej struktury Wszechświata, Michał Heller podejmuje również kwestie nieskończoności w kosmologii oraz początkowej osobliwości, które konfrontuje z ideą stworzenia Wszechświata przez Boga. Pyta, jakiego rodzaju układem dynamicznym winien być Wszechświat, by mógł się w nim zawiązać dynamiczny proces biologicznej ewolucji.





Jak być chrześcijaninem w świecie Darwina i Einsteina?

Michał Heller

Przedmowa do polskiego wydania książki *Planeta Ziemia – mój dom. Religia a nauka – zintegrowany kurs dla szkół podstawowych i średnich* Dereka Sankeya, Desmonda Sulivana i Brendy Watson, Wydawnictwo Biblos.

Religia chrześcijańska jest uwikłana w pewien dylemat: z jednej strony jest religią historyczną, nawiązuje – jako do swego fundamentu – do wydarzeń, które miały miejsce prawie 2000 lat temu; z drugiej strony jest ona religią współczesną, chce dawać ludziom każdej epoki odpowiedzi na dręczące ich pytania, dotyczące najgłębszych warstw zarówno ludzkiej kondycji, jak i sensu historii i świata. Zbytne zapatrzenie w przeszłość powoduje wyobcowanie chrześcijaństwa ze współczesności, nadmierne uwspółcześnianie treści grozi pogonią za szybko starzejącymi się nowinkami lub nawet oderwaniem się od źródła. Jedni odchodzą od prawd chrześcijańskich, ponieważ nie są w stanie zaakceptować ich „legendarnego charakteru”, inni gorszą się każdą nową interpretacją. Dylemat sprowadza się zatem do odpowiedniego wyważenia proporcji.

Przede wszystkim należy sobie uświadomić, że nie istnieje *dosłowne* rozumienie historycznego przekazu, zwłaszcza gdy przekaz ten dotyczy tak zasadniczych spraw, jakie ma do przekazania ludziom chrześcijaństwo. Zawsze poznajemy historyczny przekaz w kontekście naszej *obecnej* wiedzy, a jeżeli jakiś jego fragment rozumiemy dosłownie, to tylko z tej racji, że nasza *obecna* wiedza pozwala nam go rozumieć w ten właśnie sposób.

Obraz świata podlega ciągłym przemianom. Niejednokrotnie zmieniał się on bardzo radykalnie, na przykład na przełomie XVI i XVII wieku, kiedy powstały nauki empiryczne, i na przełomie XIX i XX wieku, kiedy nowoczesna fizyka i biologia uświadomiły nam, że to, co mówią nauki klasyczne, jest tylko kompromisem pomiędzy danymi naszych zmysłów a znacznie bardziej abstrakcyjną rzeczywistością. Ludzka kultura ociężała przystosowuje się do tego rodzaju zmian. Na co dzień wciąż postrzegamy świat raczej w duchu nauki klasycznej, rzadziej zgodnie ze współczesnymi podręcznikami z fizyki i biologii. Przekonania religijne wykazują pod tym względem jeszcze większą bezwładność. Obawiam się, że nasze przekazywanie chrześcijaństwa ma tu sobie wiele do zarzucenia. W katechizmach, książkach do nauki religii i w popularnej literaturze teologicznej znacznie łatwiej odnaleźć argumenty przeciwko herezjom z pierwszych wieków chrześcijaństwa niż bodaj poprawne sformułowanie py-

tań, które stoją przed dzisiejszym człowiekiem, zwłaszcza człowiekiem, którego kontakt z naukami zmusił do porzucenia naiwnego (czyli anachronicznego) sposobu widzenia świata. Religijne dramaty wielu ludzi myślących właśnie tu mają swoje źródło.

Stąd także wywodzą się inspiracje, które dały początek tej książce. Jak być chrześcijaninem dziś? Jak *być chrześcijaninem*, to znaczy, jak zachować wierność temu, co autentycznie chrześcijańskie? Ale jak robić to *dziś*, to znaczy, jak być chrześcijaninem, traktując na serio to wszystko, co nauki mówią o świecie, o historii, o społeczeństwie? Jak dostrzec dzieło stworzenia w ewoluującym świecie? Czy w Wielkim Wybuchu Pan Bóg wyrzekł swoje wszechmocne „stań się”? Jak pogodzić zło („te odpady i ślepe zaułki ewolucji”) z dobrocią Stwórcy? Jak rozumieć Biblię w epoce Darwina i Einsteina? Czy etyka ma prawo ingerować w wolność badań naukowych? Czy solidarność wobec planety Ziemi, naszego domu, jest obowiązkiem religijnym i czy religia ma jakiś związek z ekologiczną troską o ten dom? To tylko niektóre pytania, jakie poddają Czytelnikowi pod rozwagę autorzy tej książki. Prawdy chrześcijańskiej doktryny są przez nich ukazane w organicznym oddziaływaniu ze zmieniającym się obrazem świata: od sumeryjskiej kosmologii obecnej w 1 rozdziale Księgi Rodzaju, opowiadającym o dziele stworzenia, aż do najnowszych modeli kosmologicznych, opartych na teorii względności i mechanice kwantowej. Autorzy uniknęli, częstego w takich wypadkach, błędu konkordyzmu, to znaczy sztucznego godzenia – za pomocą naciąganych interpretacji – prawd pochodzących z różnych epok lub z nieporównywalnych ze sobą rodzajów poznania. Chyba nie przesadzę, gdy stwierdzę, iż jest to najlepsza książka tego typu, jaką kiedykolwiek czytałem.



Elektryczne samochody jutra

Szymon Pustelny

Instytut Fizyki UJ

Pędząc autostradą rzadko kiedy zastanawiamy się jak będą wyglądały samochody za kilkadziesiąt lat. Gdy jednak zdarza nam się utknąć w korku, z dużą nerwowością spoglądamy na wskazówkę poziomu paliwa i popuszczamy wodze fantazji, wyobrażając sobie coraz to nowe modele cudownych samochodów, którymi jeździć będą nasze wnuki. Jak będą wyglądały samochody, gdy skończą się zapasy ropy naftowej, gazu ziemnego i innych paliw kopalnych? Czy będą one elektryczne czy może raczej wyposażone będą w specjalne ogniwa paliwowe, do których zasilania wykorzystywany będzie wodór? A może wykorzystywać będą metanol, olej rzepakowy albo jakąś syntetyczną mieszankę paliwową? Odpowiedzi na wszystkie te pytania pozostają ciągle otwarte, a nawet gdybyśmy umieli na nie dziś odpowiedzieć, to za kilkadziesiąt lat mogłyby one okazać się bezużyteczne. Ludzkość wielokrotnie znajdowała zaskakujące rozwiązania bardzo trudnych problemów. I dobrze, bo to, co wiemy dziś z pewnością to fakt, że budowa **funkcjonalnego** samochodu jutra jest współcześnie niemożliwa. A oto dlaczego.

Załóżmy, że samochody przyszłości nie będą wyposażone w jakikolwiek silnik spalinowy, a cała energia potrzebna do ich ruchu pochodzić będzie z akumulatorów. I tutaj pojawia się pierwszy problem. Dzisiejsze samochody mają typowo montowane baki o pojemności ok. 50 litrów. Ponieważ ciepło spalania jednego litra benzyny wynosi 35 MJ a sprawność silnika spalinowego jest na poziomie 30%, zatem w samochodzie z pełnym bakiem zmagazynowane jest ok. 500 MJ efektywnej energii. Biorąc pod uwagę, że najlepsze znane obecnie akumulatory, akumulatory litowe lub alkaliczne, pozwalają zgromadzić ok. 400 kJ w każdym kilogramie substancji znajdującej się w akumulatorze (wielkość tę, mierzoną w J/kg, nazywamy gęstością energii) a sprawność silników elektrycznych waha się od 90% do 98%, łatwo można obliczyć, że masa samych tylko akumulatorów w samochodach elektrycznych dochodzić będzie do 1 tony, czyli będzie ona 2 razy większa od masy używanych obecnie samochodów!!!...

Nie siejmy jednak defetyzmu. Współczesna technologia rozwija się przecież bardzo szybko, jest zatem prawdopodobne, że w ciągu kilkadziesiątu następných lat uda się skonstruować akumulatory, w których gęstość energii zostanie zwiększona 10-krotnie. W takim przypadku akumulatory w samochodzie elektrycznym będą miały masę „zaledwie” 100 kg czyli porównywalną z masą jednym z pasażerów (ktoś będzie musiał zostać w domu). Ten niewielki wzrost

masy auta jest więc akceptowalny, zwłaszcza, że sam samochód może być wykonany z substancji dużo lżejszych od żelaza.

Choć udało nam się rozwiązać jeden problem, od razu pojawia się kolejny. Co wtedy, gdy chcemy wybrać się w dłuższą podróż?! Chcemy na przykład pokonać dystans 1400 km. Współczesne samochody spalają „na trasie” średnio 7 litrów benzyny, zatem „na pełnym baku” mogą one przejechać ok. 700 km. Co jednak wtedy, gdy chcemy jechać dalej. Dziś sprawa jest prosta. Zjeżdżamy na stację benzynową i tankujemy paliwo. Z dystrybutora wlewamy je do baku ze średnią prędkością nieco powyżej pół litra na sekundę. Uwzględniając podane wyżej ciepło spalania benzyny i efektywność silników spalinowych szybko okazuje się, że uzupełniamy zapasy energii z prędkością 6 MJ/s czyli 6 MW. A jak szybko uzupełniać możemy zapasy energii w samochodach elektrycznych? Zakładając, że w sieci mamy napięcie zmienne 230 V, a zamontowany bezpiecznik elektryczny pozwala na pobranie prądu o natężeniu 16 A. Proste obliczenia pokazują, że z takiego gniazdka możemy pobierać 3,5 kW mocy. Tak więc, energia w zasilanym z gniazdka samochodzie elektrycznym jest „odzykiwana” przeszło 1500 razy wolniej niż w samochodzie spalinowym!!!

Wróćmy jednak do naszej podróży. Pamiętamy, że chcieliśmy pokonać 1400 km, a w naszych akumulatorach mamy energii tylko na 700 km. Ponieważ w każdej sekundzie jazdy samochód zużywa średnio ok. 20 kJ energii (z gniazdka mamy tylko 3,5 kW), zatem po przejechaniu 700 km w ciągu 7–8 godzin, jesteśmy skazani na blisko 40-godzinny przymusowy postój. Czy jesteśmy w stanie sobie na to pozwolić? Czy nie będziemy musieli zmienić naszych dzisiejszych przyzwyczajzeń? Można oczywiście wyobrazić sobie sieć Stacji Wymiany Akumulatorów, ale i to rozwiązanie budzi wiele wątpliwości. Czy będziemy mieć zaufanie do nie swoich akumulatorów? Czy ich wymiana nie będzie zbyt poważnym przedsięwzięciem? Dodatkowo, taka wymiana akumulatorów jako żywo przypominałaby scenki z Dzikiego Zachodu, gdy podczas postojów dyliżansów w zajazdach zaprzęgano do nich nowe konie.

Możliwe jest zatem, że nasze wnuki będą musiały zupełnie inaczej planować swoje wyjazdy. Jednego dnia nie będą mogły one pokonywać dystansów większych niż 700 km. Wtedy, gdy będą chciały uniknąć przymusowego kilkudziesięciogodzinnego postoju, ich samochody wyposażone będą musiały być w układ szybkiego ładowania, a właściciele przydrożnych zajazdów będą musieli być bardzo sympatycznymi albo bardzo przedsiębiorczymi ludźmi. Dzięki temu nasze wnuki będą mogły doładować baterie w ciągu zaledwie kilku nocnych godzin. Pytanie tylko jaki to będzie miało wpływ na żywotność akumulatorów?!

Widać zatem, że przyszłość samochodów elektrycznych nie jawi się w tak radosnych barwach, jak moglibyśmy się tego spodziewać. Mimo tego jednak

hasło „samochód elektryczny” wciąż pozostaje fenomenalnym chwytem marketingowym.

Jednym z największych sukcesów komercyjnych ostatnich lat jest samochód Tesla Roadster. Ten zbudowany w Kalifornii pojazd jest pierwszym w historii sportowym samochodem elektrycznym. Dzięki nowemu trójfazowemu silnikowi elektrycznemu o rozmiarach nie większych niż arbuz i masie nieco ponad 50 kg, samochód ten ma, jak podaje producent, niezwykle osiągi: od 0 do 100 km/h w 4 sekundy, maksymalna prędkość 210 km/h, 400 km na naładowanych bateriach. Samochody te kupili już m.in. gubernator Kalifornii Arnold Schwarzenegger, aktorzy George Clooney i Mat Damon, łącznie ok. 1000 osób. A każde auto kosztuje ok. 100 000 \$. Jest tylko jeden mały problem. Jak dotąd nie wyprodukowano komercyjnie choćby jednego egzemplarza takiego samochodu!!!, a data rozpoczęcia jego seryjnej produkcji była już wielokrotnie przesuwana. No, ale przecież najważniejsza jest reklama.

Jak pokazaliśmy „elektryczne samochody jutra”, które powstałyby w oparciu o istniejące technologie byłyby bardzo ułomnymi pojazdami. Największymi ich problemami byłyby stosunkowo mały zasięg i problemy z uzupełnianiem zapasów energii. Na szczęście historia zna wiele przykładów, gdy ludzkość przewyciężała kolejne „nieprzekraczalne” bariery technologiczne. Trzeba nam wierzyć, że i tym razem tak będzie.

Więcej o tym, jakie są ograniczenia współczesnych samochodów, jak sprawić by zużywały one mniej energii, oraz jakie są współczesne alternatywy silników spalinowych, napiszemy w jednym z następnych numerów *Fotonu*.



KĄCIK ZADAŃ

Odgłosy z jaskini (9) – Elektrostatyczna pułapka

Adam Smólski

I Społeczne LO w Warszawie

Ostatnim razem było o „zjawisku odrzutu” w postaci odrzucania – z różnych powodów – kandydujących do „Lwiątko” zadań. Teraz chciałbym opowiedzieć o zadaniu–pułapce, w którą o mało nie wpadliśmy w tym roku.

Zadanie 14 w wersji 1 zestawu dla drugich klas licealnych brzmiało:

Powierzchnia kuli z nieprzewodzącego materiału naładowana jest ładunkiem elektrycznym Q o stałej gęstości powierzchniowej. Po zbliżeniu małej kulki, niosącej ładunek q , stwierdzono, że duża kula oddziałuje na małą kulkę siłą F . Gdyby takim samym ładunkiem Q naładowano kulę z metalu i na taką samą odległość zbliżono małą kulkę niosącą ładunek q , siła oddziaływania miałaby wartość większą ($>$), mniejszą ($<$), czy taką samą ($=$) jak F ?

- A. $>$.
- B. $<$.
- C. $=$.
- D. $>$, jeśli znaki Q i q są jednakowe, $<$, jeśli przeciwne.
- E. $<$, jeśli znaki Q i q są jednakowe, $>$, jeśli przeciwne.

Chodziło o efekt zdawałoby się oczywisty: przy jednakowych znakach Q i q zbliżenie q spowoduje – na metalowej kuli – częściowe odepchnięcie ładunku Q i w rezultacie ładunki znajdą się efektywnie dalej od siebie, niż dla kuli nieprzewodzącej, na której ładunek się nie przemieści. Poprawna miała być zatem odpowiedź E.

Zadanie przeszło gładko przez pierwsze recenzje. Z góry zastrzegam: nie mam ani cienia pretensji do naszych wspaniałych recenzentów, odsiewających co roku skutecznie całe masy głupstw, jakie produkują w dobrej wierze autorzy zadań. Chcę tylko pokazać, jak zdradliwie taka dobra wiara może się udzielać.

Wreszcie coś zaniepokoiło jednego recenzentów drugiej generacji: „Odpowiedź E nie zawsze jest prawdziwa, gdy znaki są jednakowe! Przecież w wyniku zmiany rozkładu ładunków na kuli przewodzącej może w tym przypadku nastąpić zmiana zwrotu siły (może się ona stać przyciągająca)”. No tak, gdy ładunek Q jest nieduży, nasze wcześniejsze rozumowanie zawodzi! Zmieniliśmy, dodając to, co wytłuszczone poniżej:

14. Powierzchnia kuli z nieprzewodzącego materiału naładowana jest ładunkiem elektrycznym Q o stałej gęstości powierzchniowej. Po zbliżeniu małej kulki, niosącej **niewielki (w porównaniu z Q)** ładunek q , stwierdzono, że duża kula oddziałuje na małą kulkę siłą F . Gdyby takim samym ładunkiem Q naładowano kulę z metalu i na taką samą odległość zbliżono małą kulkę niosącą ładunek q , siła oddziaływania miałaby wartość większą ($>$), mniejszą ($<$), czy taką samą ($=$) jak F ?

A. $>$.

B. $<$.

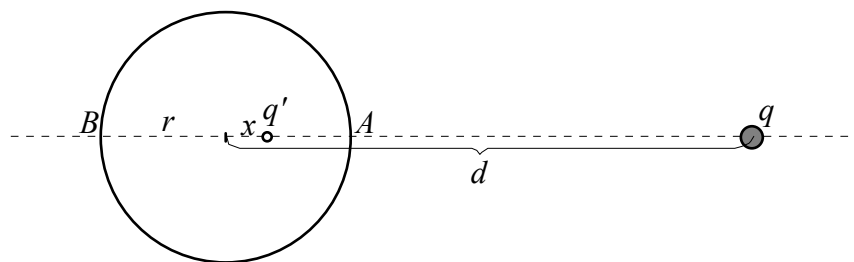
C. $=$.

D. $>$, jeśli znaki Q i q są jednakowe, $<$, jeśli przeciwne.

E. $<$ jeśli znaki Q i q są jednakowe, $>$, jeśli przeciwne.

Recenzenci trzeciej generacji pokrętili to już gładko i my też zacieraliśmy ręce z dobrze wykonanej roboty. Olśnienie przyszło na dzień przed posłaniem zestawów do drukarni. Nawet po zmianie jest cały czas ŻLE! Dlaczego? Niech wyjaśnienie stanie się okazją do przypomnienia pięknej metody obrazów, pozwalającej dokładnie – i łatwo – opisać sytuację kuli i punkтового ładunku q .

Założmy na początek, jak to się tradycyjnie robi przy wprowadzeniu w metodę obrazów, że duża kula jest uziemiona. Wtedy pod nieobecność q będzie ona nienaładowana, a zbliżenie q spowoduje indukowanie na kuli ładunku q' , gwarantującego zerowy potencjał wypadkowego pola na jej powierzchni (potencjały dyskutujemy tu zawsze względem nieskończoności; Ziemia, jako kula o niedużym ładunku i bardzo wielkim promieniu, ma potencjał zero względem nieskończoności). Tytułem na razie hipotezy zapytajmy, czy wypadkowe pole na zewnątrz kuli nie jest tożsame z wypadkowym polem ładunku q i PUNKTOWEGO ładunku q' , umieszczonego gdzieś we wnętrzu kuli:

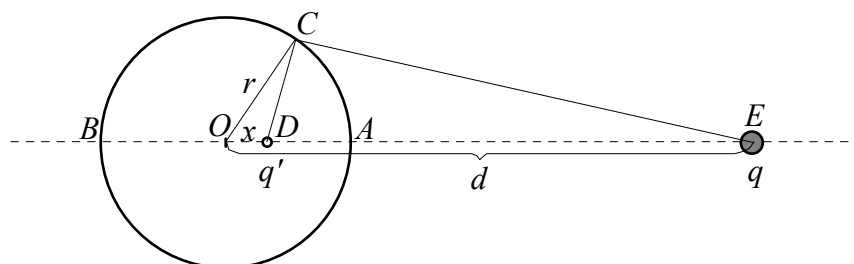


Przyjmijmy oznaczenia jak na rysunku. Potencjał ładunku punkтового jest odwrotnie proporcjonalny do odległości od niego. Aby w punktach A i B potencjał wynosił zero, potrzeba, by

$$\frac{r-x}{d-r} = \frac{-q'}{q} \quad \text{i} \quad \frac{r+x}{d+r} = \frac{-q'}{q}.$$

Rozwiązując ten układ równań, otrzymamy $x = \frac{r^2}{d}$ i $q' = -\frac{r}{d}q$. Jak widać, punkt, w którym należałoby umieścić ładunek q' , to OBRAZ miejsca ładunku q w inwersji względem powierzchni kuli. To piękne przekształcenie geometryczne – inwersja – niestety słabo jest dzisiaj znane uczniom szkół, a szkoda.

Ale trzymajmy się fizyki. Nie pokazaliśmy jeszcze, że w każdym punkcie sfery wypadkowy potencjał wynosi zero, trzeba to teraz sprawdzić.



Używając oznaczeń z rysunku, zauważmy, że trójkąty OCD i OEC są podobne. Wynika to z tego, że mają wspólny kąt COE i $\frac{x}{r} = \frac{r}{d}$. Skalą podobieństwa jest $\frac{OC}{OE} = \frac{r}{d}$. A zatem także $\frac{CD}{CE} = \frac{r}{d} = \frac{-q'}{q}$. To oznacza, że potencjały pochodzące od q i q' są w punkcie C przeciwne. Czyli wypadkowy potencjał w C wynosi zero.

Zagadnienie kuli uziemionej jest więc rozwiązane. Jeśli odłączymy uziemienie i kula jest początkowo nienaładowana, zbliżenie ładunku q spowoduje przegrupowanie nośników ładunku na kuli, jednak jej całkowity ładunek pozostanie równy zero, a potencjał na powierzchni w stanie równowagi musi być stały. Identyczne wypadkowe pole wywoła ładunek q , punktowy ładunek q' jak powyżej i trzeci punktowy ładunek $-q'$ umieszczony w środku kuli. Jeśli wreszcie kula jest nieuziemiona i początkowo naładowana ładunkiem Q , to identyczne wypadkowe pole wywoła ładunek q , punktowy ładunek q' jak powyżej i trzeci punktowy ładunek $-q' + Q$ umieszczony w środku kuli. Mamy więc całkiem ogólne rozwiązanie naszego problemu.

Jakie wnioski wypływają z tego rozwiązania dla lwiątkowego zadania? Ano takie, że gdy ładunek q , choćby bardzo mały w porównaniu z Q , zbliżamy do powierzchni kuli, to jego obraz q' także się do niego zbliża, i te dwa ładunki, przeciwnego znaku i prawie już równej wartości bezwzględnej, przyciągają się siłą dążącą do nieskończoności w miarę, gdy d zbliża się do r . Znak Q nie ma na to wpływu, bo ładunek Q „zostaje” w środku kuli, podczas gdy q i q' robią się nieskończenie bliskie. Gdy znaki Q i q są przeciwne, siła (przyciągania) w miarę zbliżania od razu rośnie. Gdy znaki Q i q są zgodne, siła (odpychania)

w miarę zbliżania zrazu maleje, staje się równa zero (dla jakiego d ? – to dodatkowe zadanie dla Czytelników), po czym już jako siła przyciągania rośnie. Ładne, prawda?

Tym razem ustrześliśmy się wpadki. Ale pewnie jeszcze nieraz zdarzą się potknięcia, bo człowiek jest gapa a fizyka jest trudna. Piszę te słowa tuż przed tegoroczną maturą, drżąc, co tym razem wyskoczy. Nie z powodu możliwych wpadek, bo te właśnie są rzeczą ludzką, tylko z powodu praktyki ich tuszowania, której doświadczyliśmy ze strony CKE w ubiegłych latach. Ale nie zapeszajmy, może tym razem się uda.

A zadanie 14 przekształciliśmy – w ostatniej już chwili – do postaci następującej:

14. Powierzchnia kuli z nieprzewodzącego materiału naładowana jest ładunkiem elektrycznym Q o stałej gęstości powierzchniowej. Po zbliżeniu małej kulki, niosącej ładunek q , stwierdzono, że duża kula oddziałuje na małą kulkę siłą F . Gdyby takim samym ładunkiem Q naładowano kulę z metalu i na taką samą odległość zbliżono małą kulkę niosącą ładunek q , siła oddziaływania miałaby wartość większą ($>$), mniejszą ($<$), czy taką samą ($=$) jak F ?

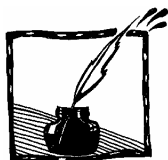
A. Zawsze $>$.

B. Zawsze $<$.

C. Zawsze $=$.

D. Na pewno $>$, jeśli znaki Q i q są jednakowe.

E. Na pewno $>$, jeśli znaki Q i q są przeciwne.

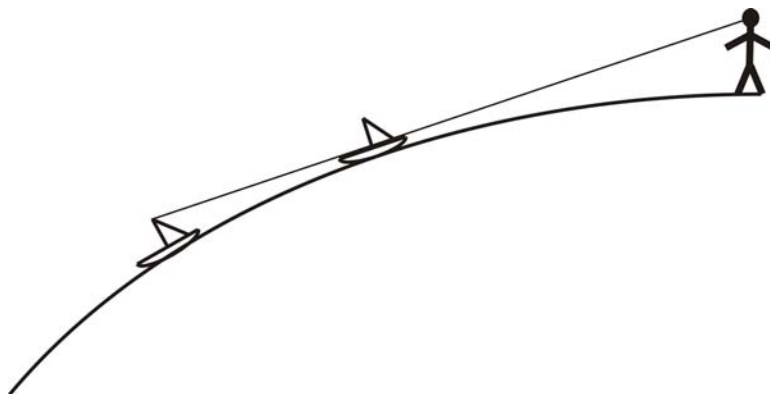


Aż po widnokrąg...

Dagmara Sokołowska

Jedną z bardziej zaskakujących prawd na temat mórz i oceanów jest to, że powierzchnia ich tafli jest zakrzywiona. Jesteśmy przyzwyczajeni do myśli, że woda w szerokich zbiornikach tworzy duże płaskie powierzchnie, tymczasem powierzchnia oceanów nie jest płaska, a kształtuje się zgodnie z krzywizną samej Ziemi. A o tym, że Ziemia nie jest płaska, można w prosty sposób przekonać się podczas wakacyjnych obserwacji na plaży.

Na widnokręgu pojawia się jacht. Najpierw wyłania się szczyt jego masztu, później ożaglowanie, na końcu – kadłub. To pierwszy kontrprzykład dla poglądu, że Ziemia ma kształt dysku. Gdyby tak było, jacht wyłaniałby się z tła w całości. A ponieważ Ziemia jest okrągła... wcześniej spostrzegamy maszt niż kadłub.



Rys. 1. Wyłanianie się jachtu zza linii widnokręgu (na rysunku skala nie jest zachowana)

Ze względu na zakrzywienie powierzchni oceanu, odległość między obserwatorem a linią widnokręgu zależy od wysokości położenia jego oczu ponad taflą wody. Jeżeli obserwator stoi, to jego widnokrąg znajduje się dalej; jeżeli leży z brodą na piasku, jego pole widzenia jest zawężone. Człowiek widzi linię widnokręgu wzdłuż stycznej do powierzchni tafli morza.



Rys. 2. Odległość widnokregu w zależności od wysokości poziomu oczu obserwatora ponad taflą wody (nie zachowano skali!)

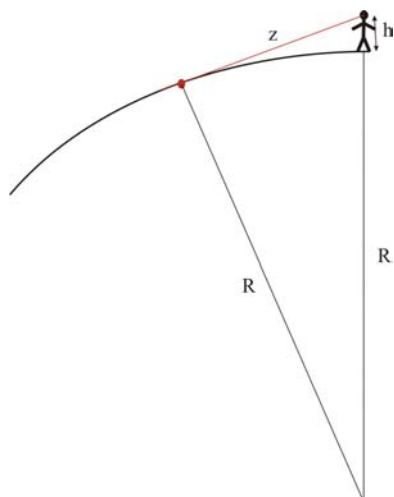
Oszacowanie odległości do widnokregu nie jest trudne (rys. 3). Wystarczy skorzystać z twierdzenia Pitagorasa dla trójkąta prostokątnego na rysunku (promień Ziemi jest prostopadły do powierzchni Ziemi, a tym samym prostopadły do stycznej wyznaczającej punkt widnokregu):

$$z^2 + R^2 = (R + h)^2$$

gdzie R – długość promienia Ziemi, z – odległość od obserwatora do widnokregu, h – wysokość oczu nad powierzchnią wody. Stąd:

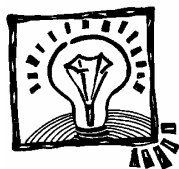
$$z^2 + R^2 = R^2 + h^2 + 2Rh$$

Ponieważ, jak już wiemy, wysokość człowieka jest bardzo mała w stosunku do długości promienia Ziemi ($h \ll R = 6,37 \cdot 10^6$ m), więc można pominąć składnik h^2 w wyrażeniu po prawej stronie. Z dobrym przybliżeniem: $z \cong \sqrt{2Rh}$



Rys. 3. Oszacowanie odległości od widnokregu (nie zachowano skali!)

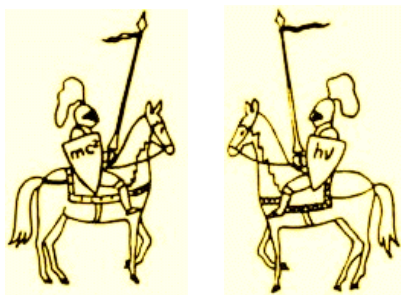
Dla człowieka leżącego z brodą przy Ziemi $h_m \cong 10$ cm , a stąd odległość do widnokregu $z_m \cong 1,1$ km , a dla stojącego wysokiego mężczyzny $h_d \cong 180$ cm i wówczas odległość do punktów widzianych na widnokregu powiększa się do około $z_d \cong 4,8$ km . Zaskakująco blisko! Zatem gdy patrzy się z plaży, nie tylko nie widać przeciwległych brzegów morza czy oceanu, ale nawet nie można dostrzec w niektórych miejscach drugiego brzegu największego z polskich jezior – Jeziora Śniardwy, ponieważ ma ono wymiary około $21,5 \times 13,4$ km.



KĄCIK DOŚWIADCZALNY

Ambitne doświadczenia na lato

Polecamy czytelnikom *Fotonu* zadania wybrane z ostatniego Turnieju Młodych Fizyków. Finał odbędzie się w tym roku w Chorwacji.



1. Klipa:

Położ mały kawałek drewna na krawędzi biurka. Uderz w ten koniec kawałka, który wystaje poza biurko tak, żeby odleciał. Jak parametry uderzenia wpływają na długość lotu? Jakie są odpowiednie warunki dla maksymalnej długości lotu w poziomie?

2. Uskrzydłone nasiono:

Zbadaj ruch spadających nasion ze skrzydłami, np. tych z klonu.

7. Robimy „plum!”:

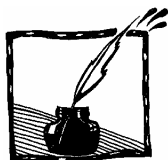
Wrzucono ciało stałe do wody z wysokości 50 cm. Jakie czynniki należy dobrać, by zminimalizować rozprysk?

13. Wirujący lód:

Wlej bardzo gorącą wodę do filiżanki i zamieszaj, by się powoli obracała. Położ małą kostkę lodu na środku lustra wody. Kostka będzie się obracać szybciej niż woda dookoła niej. Zbadaj parametry wpływające na ruch wirowy lodu.

16. Czarna łyżka:

Poczernij łyżkę za pomocą świecy. Gdy zanurzysz łyżkę w wodzie, wyda się ona być błyszcząca. Wyjaśnij to zjawisko i określ optyczne właściwości tego „lustra”.



Fizyka w szkole po reformie

Zofia Gołąb-Meyer

Wszyscy nauczyciele fizyki zgadzają się, że obecny stan szkolnictwa, a w szczególności interesująca nas działka, czyli nauczanie fizyki, wymaga uzdrowienia, zmian, a może i radykalnej reformy. Propozycje MEN budzą jednak nasze głębokie zaniepokojenie.

Każdą reformę w systemie nauczania trzeba poprzedzić odpowiednim przygotowaniem nauczycieli. Dotychczasowa aktywność MEN na polu kształcenia nauczycieli nie wskazuje na to, byśmy mieli kadre przygotowaną do zreformowanego nauczania.

Wbrew deklaracjom projektu nie będzie dalej nacisku na doświadczalny charakter fizyki. Obowiązkowych doświadczeń jest zdecydowanie zbyt mało. W klasach niepodzielonych na grupy wartość tych doświadczeń będzie niewielka. W układzie 1 godziny tygodniowo (pierwsza klasa liceum, zakończenie nauczania fizyki) w ogóle nie ma miejsca na eksperymentowanie.

Nie widzę szans ani na ukazanie uczniowi doświadczalnego oblicza fizyki, ani jej zasadniczej cechy, to jest reprezentacji poprzez matematykę. Jaki obraz fizyki zostanie w umyśle absolwenta? Czym różny od rozmaitych paranauk? Niczym. Konkretnie wiadomości zostaną w najlepszym przypadku, tak jak dawniej bywało, zapamiętane jak encyklopedyczne hasła. Czy o to nam chodzi?

Jestem głęboko przekonana, że tak być nie musi. Szkoła musi zadbać o przygotowanie kandydatów na studia techniczne i medyczne. Ponieważ w przeszłości w miarę sprawnie to czyniła, to i teraz w zmienionych, trudniejszych, ale i pod wieloma względami łatwiejszych czasach, może to zrealizować.

Polskie Towarzystwo Fizyczne dało temu wyraz formułując krytykę pod adresem planowanych zmian. Na stronie internetowej PTF zamieszczamy wypowiedzi na ten temat:

1. Opinia Komisji do Oceny Podręczników Szkolnych Polskiej Akademii Umiejętności
2. Uwagi dr Zofii Gołąb-Meyer
3. Kilka uwag krytycznych prof. Krzysztofa Fiałkowskiego
4. Uwagi dr Marii Baster-Grząślewicz
5. Opinia dr Jadwigi Salach
6. Stanowisko Sekcji Nauczycielskiej PTF + aneks
7. Stanowisko Komisji Nauczania Fizyki w Szkołach + uwagi
8. Kilka krytycznych uwag „spod tablicy” Cezarego Filipiuka
9. Dr Barbara Sagnowska do Minister MEN Katarzyny Hall

W szczególności polecamy dokładną analizę listy wymagań ogłoszonych przez MEN dokonaną przez laureatkę nagrody PTF, Jadwigę Salach.

Zachęcamy Państwa do lektury artykułu znanego astrofizyka Stanisława Bajtlika *Proszę podać odgłos konia* („Tygodnik Powszechny”, 18 maj 2008) na temat zadań i testów maturalnych. Nie często się zdarza, że zwykły tygodnik kulturalny zajmuje się zadaniami z fizyki. Nie chodzi bowiem o błędy i niedoróbki, lecz o wręcz kuriozalne przykłady namaszczone przez MEN. Autor ostrzega przed testami dla maturzystów Małgorzaty M. Wojciechowskiej i Jadwigi Unieszowskiej (Wydawnictwo OPERON, Gdynia 2007). Niektóre z zadań, na których mają się ćwiczyć przyszli maturzyści, jako żywo przypominają cytowane przez Bajtlika zadanie z filmu Piwowskiego „Rejs”. Rzecz w tym, że to wcale nie jest śmieszne. Na prawdziwej maturze 2008 takich zadań wprawdzie nie było, ale autorzy zadań podali zły klucz do rozwiązania, dowodzący tego, że sami nie potrafią zadania poprawnie rozwiązać. Mała to pociecha, że przewodniczący CKE podał się do dymisji, skoro mianowana na jego miejsce została osoba pełniąca do tej pory funkcję zastępcy.

Uwagi Komisji Nauczania Fizyki w Szkołach Polskiego Towarzystwa Fizycznego do projektu reformy programowej z fizyki

1. Po reformie zniknie dotychczasowy przedmiot szkolny: **fizyka i astronomia**, a pojawi się tylko **fizyka**. Reforma usuwa ze szkoły astronomię, stanowiącą bardzo bogaty rezerwuar treści kształcenia niezwykle atrakcyjnych dla ucznia. Proponowane elementy astronomii w IV etapie edukacyjnym na poziomie podstawowym to margines zagadnień nie do zaakceptowania.

2. Przygotowany dokument posiada wyraźne znamiona pośpiesznej pracy nad nim, a dowodem tego jest brak dochowania staranności w sformułowaniu wielu wymagań. Podstawa programowa jest zbyt ważnym dokumentem, by prace nad nią ograniczyć do tak krótkiego czasu.

3. Wiele zapisów jest niezrozumiałych, a powtarzają się one wielokrotnie; np. co należy rozumieć, gdy jest mowa o: „Posługuje się intuicyjnie pojęciem...”, czy też: „Wyrabiamy intuicyjne rozumienie zjawisk”. Kiedy nauczyciel może uznać, że uczeń intuicyjnie rozumie zjawisko? Co to znaczy „uczeń może nie znać wzorów fizycznych”? Czy każdy? Dotąd od najśłabszych uczniów gimnazjum także się ich nie wymagało. Czy oznacza to, że na egzaminie kończącym gimnazjum nie pojawiają się zadania obliczeniowe?

4. Wymagania szczegółowe dla poziomu podstawowego zawierają zapisy 26 wymagań, z czego uczeń 17 razy opisuje i **ani razu oblicza**. Jeśli do tego dodamy około 30 godzin **tylko w I klasie** liceum (bez powtórzeń treści z gimnazjum), to wiedza i umiejętności „fizyczne” młodego pokolenia Polaków będą mizerne albo żadne. Należy pamiętać, że fizyka jest nauką ścisłą i ilościową,

ponieważ posługuje się wielkościami fizycznymi, które można ujmować ilościowo w postaci liczb (wyników pomiarów) oraz praw wyrażonych matematycznie i nie można jej nauczać skutecznie bez możliwości rozwiązywania problemów sformułowanych w postaci zadań rachunkowych.

5. Doświadczenia ostatnich lat pokazały, że nauczanie fizyki jedną godzinę tygodniowo jest pozbawione sensu. Mimo protestów nauczycieli (PTF występowało nawet w tej sprawie do Rzecznika Praw Obywatelskich) ta sytuacja ma być kontynuowana. Jedna godzina fizyki (oraz innych przedmiotów przyrodniczych) zarówno w gimnazjum jak i szkole pogimnazjalnej generuje **pozory nauczania** i nie przyczynia się do poprawy jakości kształcenia.

6. Dyskusyjny też jest dobór treści kształcenia: *Grawitacja i elementy astronomii* oraz *Fizyka jądrowa* dla poziomu podstawowego liceum.

7. Jednym z celów reformy jest wyrównywanie szans edukacyjnych. Przy proponowanej siatce godzin fizyki (i innych przedmiotów przyrodniczych) w liceach z małych miejscowości dla nauczyciela przedmiotu nie będzie etatu. Konieczna będzie praca w kilku szkołach albo podjęcie studiów podyplomowych i nauczanie fizyki, biologii i chemii przez jednego nauczyciela. Praktyka pokazuje jednak, że nauczyciele po studiach podyplomowych są bardzo słabo przygotowani do nauczania fizyki.

8. Uważamy, że zmiany są konieczne, ale nie należy ich wprowadzać w pośpiechu. Reformę podstawy programowej z fizyki winno się przygotowywać w warunkach powszechnej zgody szerokich kręgów fizyków i nauczycieli fizyki. Taka szeroka akceptacja zapewni przyjętym dokumentom wystarczający autorytet, aby w praktyce szkolnej uznane zostały za obowiązujące.

9. Na koniec zwracamy uwagę, że sama zmiana podstawy programowej niewiele zmieni. Na jakość kształcenia wpływa przede wszystkim przygotowanie merytoryczne nauczycieli i warunki ich pracy. Należałoby zmniejszyć liczebność klas lub dzielić je na grupy w celu umożliwienia wykonywania doświadczeń.

W imieniu Komisji
Miroslaw Trociuk

Kilka krytycznych uwag „spod tablicy”, Cezary Filipiuk

Nauczyciel fizyki w I LO im. Bolesława Chrobrego w Pszczynie
Członek Komisji Nauczania Fizyki w Szkołach PTF

W swoich uwagach nie chciałbym powtarzać spostrzeżeń moich szanownych kolegów. Podpisuję się pod nimi obiema rękami.

1. Mało odkrywczym stwierdzeniem jest, że każdą reformę należy przygotować z rozważą. Naprawa błędnych decyzji może być znacznie trudniejsza niż ich wprowadzenie. Ta reforma, sprawia wrażenie przygotowanej „na ko-

lanie” i w pośpiechu. Świadczy o tym **skandalicznie krótki czas na konsultacje** oraz niestaranna redakcja wymagań. Stosowanie różnych form czasowników (raz: „Uczeń potrafi...”, a niżej „Uczeń potrafić...”) jest mi znane z referatów uczniowskich robionych metodą „kopiuj-wklej”.

2. Wydaje się być szkodliwym przeniesienie prawie całego ciężaru nauczania fizyki do gimnazjum (dotyczy to ponad 90% uczniów). Realia gimnazjalne, niedojrzałość intelektualna gimnazjalistów nie dają wielkich szans na wyposażenie człowieka w wiedzę fizyczną na całe życie. Ciekawi mnie jak się to ma do deklarowanych planów zwiększenia ilości i jakości studentów kierunków przyrodniczych i matematycznych?
3. Jedna godzina nauczania fizyki (i pewnie innych przedmiotów przyrodniczych również) w szkole ponadgimnazjalnej to pomysł pozbawiony sensu. Chyba lepiej, aby **nie tworzyć pozorów nauczania**. Dyskusyjny też jest dobór „działów licealnych”.
4. Wydaje się, że taki układ siatki przedmiotów spowoduje konieczność podjęcia decyzji o kierunku wyboru studiów już w gimnazjum. Z praktyki wiadomo, że jest to duży problem dla trzy lata starszych licealistów.
5. Jednym z założeń tej reformy ma być równanie szans. Przy proponowanym układzie siatki godzin w liceach wiejskich (są takie!) i małomiasteczkowych dla nauczyciela przedmiotu nie będzie etatu. Będzie więc albo łączenie etatu w ramach wielu szkół (to niedobrze) albo studiowanie podyplomowe biologa, który będzie potem uczył fizyki i chemii (w obecnym kształcie studiów podyplomowych to jeszcze gorzej).
6. Zapewne nie przeprowadzono symulacji kadrowych. Z moich wstępnych obliczeń wynika, że w 30-tysięcznym mieście, w którym jest 5 szkół ponadgimnazjalnych z 90 oddziałami, 30 klasami pierwszymi, klasa matematyczno-fizyczna w jednej szkole i uczącymi 7 nauczycielami, po reformie pozostanie praca dla dwóch (jeśli nie zostanie zwiększone pensum). Co z pozostałą piątką (70%)? Pewnie skończą podyplomowo WOS albo WF. I poziom nauczania wzrośnie.



Co czytać

Masa krytyczna. Jak jedno z drugiego wynika

***Masa krytyczna. Jak jedno z drugiego wynika*, Philip Ball, przeł. Witold Turpolski, Wydawnictwo Insignis, Kraków 2007**

Badania wzajemnych zależności między przypadkiem a koniecznością w powstawaniu kultury, zwyczajów, instytucji, współpracy i konfliktów między ludźmi.

Polecamy na wakacje tę fascynującą książkę Philipa Balla, doktora fizyki, absolwenta wydziału chemii na Uniwersytecie w Oksfordzie, pisarza popularnonaukowego i redaktora „Nature”.

Z równym zainteresowaniem będą się wglębiać w nią i fizycy i laicy, jednakże z przyzwoitym szkolnym przygotowaniem.

Ta książka to jeden z wielu argumentów, dlaczego warto się uczyć fizyki. Szkoda by było nie przeczytać tej książki.

Na obwolucie książki napisano:

Czy fizyka potrafi przewidzieć zachowanie społeczeństw? Czy nasze zbiorowe dążenia podlegają jakimś prawom? Czy istnieje teoria, która może je przewidzieć? A jeśli tak, to czy w ogóle posiadamy wolną wolę? Na te intrygujące pytania odpowiada w swojej porywającej książce Philip Ball, znakomity brytyjski popularyzator nauki, związany z prestiżowym magazynem „Nature”.

Emanując niespotykaną erudycją, Ball opowiada o tym, jak współczesna fizyka wdziera się na obszary zarezerwowane dotąd dla socjologii i psychologii i jak odnosi na nich wielkie sukcesy. Lektura wyjątkowo przystępnie napisanej *Masy krytycznej* sprawi, że wiele spraw zobaczymy w zupełnie innym świetle.

Skąd biorą się korki na drogach, gdy nie ma ku temu żadnej wyraźnej przyczyny? Co sprawia, że ptaki potrafią doskonale latać w stadach? Dlaczego czasami lepiej znaleźć się w mniejszości? Czy do dowolnej osoby na świecie rzeczywiście możemy dotrzeć za pośrednictwem zaledwie sześciu znajomych? Na ile nasze wybory polityczne wynikają z preferencji naszego otoczenia? Czy można przewidzieć zachowanie giełdy? Jak tworzą się i zacierają różnice kulturowe w mieszanych społeczeństwach? Skąd się wziął i dlaczego działa Internet? Jaki wpływ na poziom przestępczości ma wysokość kary?

To ledwie kilka z wielu zagadnień, jakie w pasjonujący sposób prezentuje Czytelnikowi Philip Ball, szukając wspólnie z nim odpowiedzi na pytanie: Jak jedno z drugiego wynika?



Festiwal Nauki w Krakowie 2008

*Katarzyna Dziedzic-Kocurek, Marta Korcyl
Instytut Fizyki UJ*

Już po raz ósmy, w ramach Festiwalu Nauki w dniach 15–17 maja 2008 roku, na Krakowskim Rynku odbywał się Festyn Nauki. W namiotach rozstawionych na płycie Rynku Głównego prezentowały się krakowskie szkoły wyższe przy współudziale instytucji naukowych i jednostek konsularnych.

Nie zabrakło tam również przedstawicieli Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ. Wydział prezentował swoją działalność w dwóch namiotach. W jednym z nich, studenci i doktoranci Obserwatorium Astronomicznego oraz Informatyki Stosowanej zachęcali uczniów do studiowania tych właśnie kierunków. Astronomowie w prezentacjach multimedialnych pokazywali czarne dziury lub ewolucje galaktyk oraz demonstrowali własności teleskopu, pokazując powiększony obraz złotej kuli umieszczonej na najwyższej wieży Kościoła Mariackiego. Informatycy zaś zorganizowali ciekawe konkursy z nagrodami, sprawdzające wiedzę z zakresu oczywiście informatyki, a główną atrakcją był robot zbudowany z klocków. W tym namiocie pojawił się również, wzbudzając wielkie zainteresowanie zwiedzających, model synchrotronu, o którego planach budowy na terenie Krakowa można przeczytać więcej na: synchrotron.pl.

Natomiast w namiocie obok pracownicy Zakładu Metodyki Nauczania i Metodologii Fizyki, studenci i doktoranci Instytutu Fizyki urzekali swoich widzów magicznymi doświadczeniami. Można było: zasmakować pysznego sorbetu porzeczkowego, wyczarowanego za pomocą ciekłego azotu, wbić gwóźdź w deskę bananem, zobaczyć co się dzieje z pulchną napoleonką pod pompą próżniową, zdmuchnąć świece za pomocą bębienka, zostać naelektryzowanym za pomocą generatora Van de Graaffa, podziwiać taniec kulek w strumieniach powietrza, zagrać na ryczących rurach, albo zмагаć się z niesforną walizką! Nikt nie ucierpiał i wszyscy byli szczęśliwi!

Zapraszamy za rok ☺ !!!



Autorem zdjęć jest mgr inż. Sławomir Oksiutowicz.



„Poławiacze Perel”

Katarzyna Dziedzic-Kocurek

Instytut Fizyki UJ

W roku 2006 odbyła się inauguracja szkoły letniej „Poławiacze Perel”, organizowanej przez Wszechnicę UJ. Zasadniczym celem szkoły, jest dotarcie do osób o wielkim potencjale i zainspirowanie ich do dalszego rozwoju. Szkoła ta jest programem, który ma pomóc odkryć talenty wśród uczniów szkół średnich, wywodzących się ze środowisk, nie należących do dużych ośrodków miejskich. Często w takich środowiskach panuje przekonanie, że kształcenie na poziomie akademickim, jest dostępne dla „elit”. Program ten ma służyć „poławianiu” ponadprzeciętnej młodzieży, która ma utrudnioną drogę rozwoju swoich talentów.

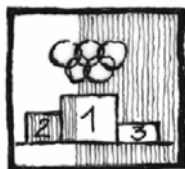
Do tej pory odbyły się 2 edycje szkoły. W roku 2006 szkoła trwała tydzień, uczestniczyło w niej 43 uzdolnionych uczniów, z 4 województw Polski południowo-wschodniej, a zajęcia odbywały się w 3 kampusach naukowych: społeczno-humanistycznym, nowych technologii oraz przyrodniczo-medycznym. Ponadto uczniowie brali udział w warsztatach psychologicznych i artystycznych. W roku 2007 szkoła zwiększyła swój „zasięg połowów” i przybyło na nią już 100 uczniów, z terenu całej Polski, szkoła miała 2 turnusy, każdy z nich trwał po 2 tygodnie, zaś kampusy naukowe zostały podzielone na: antropologiczny, astronomiczny, poetycki, historii sztuki, medyczny, informatyczny, biofizyczny, dziennikarski.

W ramach kampusów medyczno-przyrodniczego (2006) i biofizycznego (2007), próbowaliśmy odpowiedzieć na pytania: *W jaki sposób widzimy, słyszymy i czujemy? Dlaczego chorujemy i jak możemy temu zaradzić?* Celem tych warsztatów było zapoznanie się z metodami opisu zjawisk zachodzących w przyrodzie, które mają ogromne znaczenie dla ludzi. Uczniowie poznawali tajemnice biofizyki zmysłów człowieka oraz wybrane metody fizyczne służące do ich opisu i analizy. Zajęcia odbywały się w pracowniach Instytutu Fizyki UJ oraz Zakładu Biofizyki CMUJ i miały zróżnicowany charakter – od wykładów i pokazów, przez warsztaty, po zajęcia laboratoryjne. Uczniowie mieli okazję poznać zasadę działania i osobiście wykonać doświadczenia z wykorzystaniem ultrasonografu, elektrokardiografu, czy kamery termowizyjnej.

Trwa nabór do tegorocznej edycji szkoły „Poławiacze Perel”. Więcej informacji można znaleźć na stronie:

http://www.wszechnica.uj.edu.pl/polawiacze_perel/index.php

Zachęcamy i zapraszamy do poławiania nowych perel!



KOMUNIKAT

IV Ogólnopolski Konkurs Fizyczny „Poszukiwanie Talentów” – zakończony!

Anna Kaczorowska

Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego Konkursu

W dniach 16–17 maja 2008 roku na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego odbył się finał kolejnego – czwartego – Ogólnopolskiego Konkursu Fizycznego „Poszukiwanie Talentów”. Organizatorem Konkursu jest Wydział Fizyki przy współudziale Polskiego Towarzystwa Fizycznego. W Konkursie wzięło udział 291 uczniów ze 120 gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych z całej Polski. Formuła tego Konkursu wymyka się standardowym regulaminom konkursów fizycznych. Nie ma w nim rozwiązywania zadań. Uczestnicy wykonują w domu prace o tematyce związanej z fizyką w różnych kategoriach takich jak: fotografia, plakat, rysunek, wywiad z fizykiem, esej, gry dla małych dzieci i inne. Obowiązkowo wykonują i opisują przynajmniej jedno doświadczenie fizyczne. Liczba utworów nie jest ograniczona. Prace przysłane do Warszawy zostają ocenione. Uczestnicy, którzy w wyniku postępowania kwalifikacyjnego uzyskają określoną liczbę punktów otrzymują dyplom i odznakę „Złoty Kwant”. Punkty uczestnicy zdobywają również za osiągnięcia w kolejnych etapach Olimpiady Fizycznej, Turnieju Młodych Fizyków, konkursów organizowanych przez kuratoria i konkursu „Lwiątko”.

W każdym roku odznaka i dyplom wyglądają nieco inaczej.

W czwartej edycji Konkursu odznakę otrzymało 248 osób. Do finału zostało zakwalifikowanych 60 uczniów. Przed czterema tematycznymi komisjami „bronili” oni swoich prac i prezentowali doświadczenia. Finaliści byli bardzo dobrze przygotowani. Tytuł laureata przyznano 12 osobom – 6 w grupie gimnazjum i 6 w grupie szkół ponadgimnazjalnych. Poziom był bardzo wyrównany i o miejscu decydowały ułamki punktów.

W tym roku główną nagrodą jest wyjazd na 5-dniową wycieczkę do CERN. Pojedzie na nią 6 osób – zdobywcy 1, 2 i 3 miejsca w każdej grupie wiekowej:

Patrycja Kur – Szczecin,
 Maria Izdebska – Szymanów,
 Katarzyna Ziółkowska – Szymanów,
 Karolina Wlach – Cieszyn,
 Paweł Woźniak – Zduńska Wola,
 Damian Kącki – Jastrzębie Zdrój.

Zdobywcy 4, 5 i 6 miejsca otrzymali sprzęt elektroniczny. Przyznano również nagrody za najlepsze zdjęcia, plakaty, doświadczenia, wywiady, limeryki.



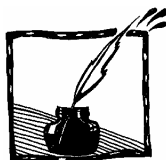
Wszyscy uczestnicy finału dostali pryzmaty i książki, a nauczyciele – drobny sprzęt do uzupełnienia pracowni fizycznej oraz książki popularnonaukowe. Fundatorem nagród i głównym sponsorem Konkursu jest Fundacja PZU.

Uczestnicy finału byli zaproszeni w piątek wieczorem na elegancką kolację i spektakl teatralny.

Zainteresowanych tegorocznym Konkursem i jego poprzednimi edycjami oraz naukowymi wycieczkami, na których byli laureaci poprzednich edycji, zapraszamy na stronę internetową www.talenty.fuw.edu.pl.



Na zdjęciu laureatka „Złotego Kwanta” (z prawej) w otoczeniu przedszkolaków, których wprowadzała w arkana fizyki (optyka – cienie, III zasada Newtona – rakieta z balonika)



XI Dolnośląski Festiwal Nauki „Poszerzaj horyzonty – podróż po świecie nauki”

Marta Pawlikowska, Iwona Rzeźnicka

Trwają intensywne przygotowania programu XI Dolnośląskiego Festiwalu Nauki, imprezy organizowanej przez wrocławskie środowisko akademickie i artystyczne. Tegorocznej edycji, która we Wrocławiu odbędzie się w dniach 18–24 września 2008, przyświecać będzie hasło: „Poszerzaj horyzonty – podróż po świecie nauki”. Ster nad przedsięwzięciem przejął prof. dr hab. Adam Jezierski z Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego.

W ramach imprez wiodących zaproszeni zostaniemy nie tylko w rejony nauk ścisłych, ale także w podróż na afrykański szlak, gdzie poznamy Mali, dzięki niezwyklej wystawie fotograficznej Łukasza Brauna, przeniesiemy się na misję do Ghany oraz bliżej poznamy pracę i postać wielkiego podróżnika i reportera, jakim był Ryszard Kapuściński. Jednak wybierzemy się nie tylko w odległe miejsca na Czarnym Łądzie, ale również do nieznanych światów istniejących obok nas. Po jednym z nich zostaniemy oprowadzeni przez osoby niesłyszące, które przybliżą nam tajniki swojego języka, poezję, zasady *savoir-vivre*. Rafał Augustyn, wrocławski kompozytor, wygłosi wykład o funkcjach ciszy w muzyce, Cezary Duchnowski, muzyk-elektronik, udowodni za pomocą elektronicznej transformacji, że absolutna cisza nie istnieje, zaś studenci PWST pokażą, że czasem ciało i ruch wyraża więcej niż słowa. Jakub Jernajczyk zaprosi do zabawy na pograniczu nauki, filozofii i sztuki. Być może swoją obecnością XI DFN zaszczytą także ks. prof. Michał Heller, laureat Nagrody Templetona, który wskaże mosty łączące religię i naukę.

Podobnie jak w ubiegłym roku weekendową atrakcją dla rodzin z dziećmi będzie naukowy piknik „Przystanek Park Wiedzy”, gdzie w przystępny i barwny sposób będzie dla nich odkrywany świat nauki i sztuki. Imprezie towarzyszyć będą występy wrocławskich artystów.

Jak co roku w przygotowaniu Festiwalu bierze udział większość wrocławskich uczelni wyższych: Uniwersytet Wrocławski, Politechnika Wrocławska, Uniwersytet Ekonomiczny, Uniwersytet Przyrodniczy, Akademia Medyczna, Akademia Muzyczna, Akademia Sztuk Pięknych, Akademia Wychowania Fizycznego, Państwowa Wyższa Szkoła Teatralna w Krakowie – Wydziały Zamiejscowe we Wrocławiu, Papieski Wydział Teologiczny, Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych oraz Instytuty PAN: Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej oraz Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych. W programie znajdują się liczne wykłady, pokazy, warsztaty, laboratoria, dysku-

sje panelowe, wystawy, spektakle, koncerty, projekcje, pokazy interaktywne w szkołach oraz wiele innych atrakcji.

Tradycyjnie w październiku Festiwal wyruszy w rejony Dolnego Śląska i odwiedzi Legnicę, Jelenią Górę, Wałbrzych i Ząbkowice Śląskie.

W ubiegłym roku w Festiwalu wzięło udział prawie sto tysięcy uczestników, mamy nadzieję, że w tym roku pobijemy ten rekord, bo jak śpiewał Bilbo z *Hobbita*:

*Biorąc od drzwi swój początek,
droga bieży wciąż przed siebie
hen, rozwinął się jej wątek,
teraz pora i na ciebie!*

Zapraszamy serdecznie do wspólnej podróży!



Laureatki konkursu „Złoty Kwant”



Patrycja Kur

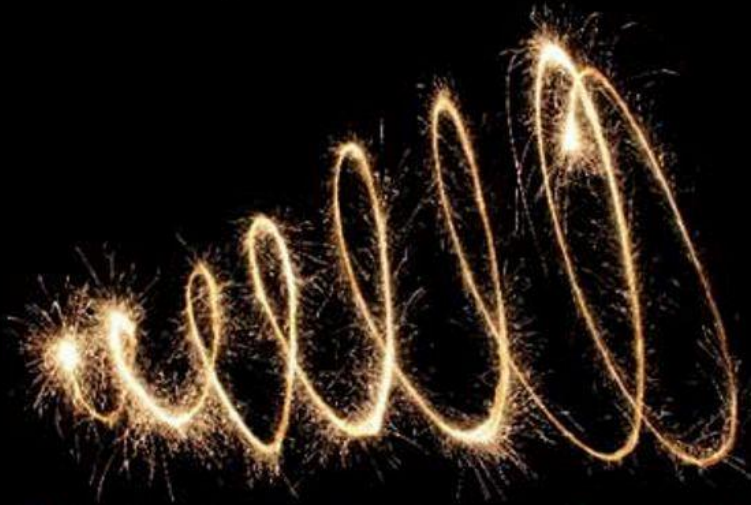


Karolina Wlach

„Dwudniowy pobyt w Warszawie wspominam jako bardzo ciekawe i miłe przeżycie. Atmosfera wśród uczestników była przyjazna, a stosunek naukowców do nas, żółtodziobów, bardzo życzliwy i sympatyczny.

Jeżeli ktoś interesuje się chociaż trochę fizyką, to polecam ten konkurs – było świetnie! Karolina Wlach”

Physics *education*



Full of great ideas to add a spark to your teaching

Physics Education is designed to inform and inspire teachers of physics to 11–18-year-olds.

Each full-colour issue is packed with the latest developments, creative ideas, demonstrations, investigations, experiments and feature articles, plus international news and reviews.

For the latest selection of articles, plus subscription and submission information, browse the online journal at:

www.iop.org/journals/physed

IOP Publishing